

강박장애 및 조현병 환자에서의 정량뇌파 소견과 신경인지기능 간의 연관성

서울대학교병원 정신건강의학과,¹ 서울대학교 의과대학 정신과학교실²

김서영¹ · 신정은¹ · 김민주¹ · 권준수^{1,2} · 최수희^{1,2}

Correlation between Quantitative Electroencephalogram Findings and Neurocognitive Functions in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder and Schizophrenia

Seoyoung Kim, MD,¹ Jung Eun Shin, PhD,¹ Min Joo Kim, BS,¹ Jun Soo Kwon, MD,^{1,2} Soo-Hee Choi, MD^{1,2}

¹Department of Psychiatry, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

²Department of Psychiatry, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Objectives Obsessive-compulsive disorder (OCD) and schizophrenia have many common clinical and neurocognitive features. However, not all of them share the same underlying mechanism. The aim of this study was to discover evidences that indicate a pathophysiological mechanism specific to OCD by comparing correlations of quantitative electroencephalography (QEEG) patterns and neurocognitive function in patients with OCD and schizophrenia.

Methods Resting-state QEEG data of total 265 patients were acquired retrospectively and parameters such as absolute power, relative power and peak frequency were analyzed from the data. Stroop test and Trail Making Test results as well as demographic features were reviewed for this study. The correlation of neurocognitive functions and brain electrical activities in each group were assessed and compared by correlation analysis.

Results Compared with the OCD group, the schizophrenia group performed poorly in neurocognitive tests. Mean values of QEEG parameters in patients with OCD and schizophrenia did not show significant differences. Both absolute and relative power of alpha rhythm in central and frontal regions showed significant positive correlation with Stroop test results in OCD patients.

Conclusions Findings in this study shows distinctive correlations between frontal executive dysfunction and frontal alpha rhythm in the OCD patients, both of which might be a candidate for endophenotype underlying obsessive rumination.

Key Words Quantitative electroencephalogram · Obsessive-compulsive disorder · Schizophrenia · Neurocognitive function.

Received: August 31, 2016 / Revised: September 20, 2016 / Accepted: October 4, 2016

Address for correspondence: Soo-Hee Choi, MD

Department of Psychiatry, Seoul National University Hospital, 101 Dachak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-3173, Fax: +82-2-744-7241, E-mail: soohchoi@snu.ac.kr

서 론

강박장애는 스스로 원하지 않음에도, 반복적으로 의식으로 침투하는 특정한 생각들이나 심상들(강박사고)과, 이와 연관된 불안을 무마하기 위하여 특정 행동(강박행동)을 반복하는 정신질환이며, 조현병은 망상, 환청, 일관되지 않거나 비논리적인 생각, 기이한 행동과 말 등이 증상으로 나타나는 정신질환이다. 강박장애와 조현병은 진단기준으로 비교적 명확히 구분되지만, 조현병 환자에서 강박장애 증상이 관찰되

는 경우도 드물지 않으며, 조현형(schizotypal) 성향을 갖는 강박장애 환자 또한 종종 볼 수 있다.¹⁾ 또한 병식이 없거나 망상적 믿음을 갖는 강박장애의 경우 임상적으로는 조현병과 감별이 어려운 경우가 있다. 일부에서는 이러한 중복된 소견이 각 질환의 공통된 내적표현형(endophenotype)과 연관되어 있는 것으로 보고 있으나 한편으로는 별개의 병태생리학적 기전이 작용하고 있을 가능성도 제기되고 있어, 두 질환을 보다 객관적으로 구별하고, 병태생리적인 특성을 반영할 수 있는 진단체계를 만들고자 유전학, 역학, 뇌 영상 등 다양한

분야의 연구가 이루어지고 있다.²⁻⁴⁾

한편, 강박장애 환자에서 관찰되는 신경인지기능의 이상은 대표적으로 시공간 기억력 및 조직화 능력의 저하, 언어 유창성의 저하, 기억 인출의 손상 등이 있으며,⁵⁾ 실행기능의 결함 또한 많은 연구에서 보고된 바 있다.^{6,7)} 조현병 환자에서는 언어 유창성의 저하, 실행기능의 저하뿐 아니라 집중력 저하를 비롯하여 언어적 기억력 및 학습 등에 있어서도 이상을 보이며, 인지기능 영역 전반에 걸쳐 기능의 손상이 보고되고 있다.⁸⁾ 이처럼 실행기능의 저하, 언어 유창성의 저하 등 두 질환 모두에서 공통적으로 보이는 인지기능의 이상이 있으나, 두 군의 신경인지기능을 직접 비교했을 때는 전반적으로 조현병에서의 기능저하가 강박장애보다 극심하며, 우울 정도에 따른 신경인지기능의 영향은 강박장애에서만 관찰된다는 것에서 두 군 간의 차이를 보인다.⁹⁾ 또한, 최근 발표된 메타분석 결과에 따르면, 강박장애에서는 특히 스트룹 검사(Stroop test) 상에서 억제성 실행기능(inhibitory executive function)의 저하가 가장 두드러지게 나타나는 것으로 보고되었다.¹⁰⁾ 따라서, 두 질환의 인지기능 저하의 기전에 있어서도 구분되는 특성이 있을 것으로 추측할 수 있다.

정량뇌파 분석은 아날로그 방식으로 획득된 뇌파자료를 컴퓨터를 이용하여 디지털 신호로 변환시켜 분석하여 정량화하는 것이며, 가장 전통적이고 대표적인 방법은 스펙트럼 분석으로, 이는 푸리에 변환(Fourier transformation)을 통해 복잡한 파형을 주기에 따라 분리하여 주기별 진폭의 양을 표시하는 것이다. 카오스 이론(chaos theory), 그래프 이론(graph theory) 등의 여러 이론들을 바탕으로 정량적 뇌파의 분석방법은 더욱 다양해지고 있다.¹¹⁾ 기존 연구에서 강박장애의 정량뇌파 소견으로 전두엽과 전측두엽 영역의 이상, 세타(theta)파 활동의 증가, 전두엽 영역의 저하된 평균 주파수 배경 활동 등이 보고된 바 있다.¹²⁾ 또한, 델타(delta)와 베타(beta) 절대력(absolute power)의 저하와 알파(alpha)와 델타 상대력(relative power)의 증가도 관찰되고 있다.¹³⁾ 이는 강박장애 환자에서 전두엽 과활성(hyperfrontality)을 시사하는 소견이기도 하다.^{14,15)} 조현병 환자에서 정량뇌파 소견은 우반구에 저하된 알파 주파수 편측성(laterality), 저주파 영역에서의 증가된 상대력과 동시성(coherence) 등이 보고된 바 있고,¹⁶⁾ 반구(hemisphere)내 동시성(synchronization)의 전반적인 증가도 관찰되고 있다.¹⁷⁾

한편, 다양한 주파수의 뇌파 활동 중 8~13 Hz의 활동을 뜻하는 알파파는, 눈을 감은 상태에서 촬영한 뇌파 상에서 후두엽 영역에서 두드러지게 발생하는 활동파이며, 인지기능과의 연관성이 여러 연구들에서 보고되어 온 바가 있다. 아직 알파리듬이 정확히 어떠한 신경학적 기능을 반영하는지

에 대해서는 밝혀진 바가 없으나, 높은 주파수의 알파리듬이 기억 유지 또는 과제 수행에 불필요한 기능을 억제하는 것과 관련되어 있을 것이라는 것이 대표적인 가설로¹⁸⁾ 억제성 실행기능과의 연관성도 시사된다.

본 연구에서는 강박장애와 조현병 환자에서 정량뇌파 분석 소견과 신경인지기능 검사결과의 연관성을 평가, 비교하여 강박장애 환자에서 특이적으로 나타나는 특성을 밝히고자 하였다. 특히, 강박장애 환자에서 특징적인 억제성 실행기능의 저하와 전두엽 과활성을 시사하는 알파리듬과의 연관성에 있어서 조현병 환자와 그 차이가 관찰되는지 보고자 하였다.

방 법

대상자

2011년 1월 1일부터 2013년 12월 31일까지 서울대학교병원 정신건강의학과 외래 또는 입원 병동에 내원한 18세 이상 60세 이하의 환자 중, 의무기록상 등록되어 있는 진단단을 기준으로 강박장애 또는 조현병으로 진단받은 환자를 대상으로 하였다. 정량뇌파 검사와 신경인지기능 검사를 모두 시행받은 자를 대상으로 하였고, 최종적인 연구 대상자는 265명이었다. 본 연구는 2013년 개정된 헬싱키 선언 및 ICH-GCP를 준수하였으며 연구 계획서 및 피험자 권익보호에 대하여 서울대학교병원 임상시험심사위원회의 심의를 통과하였다.

뇌파의 측정 및 분석

모든 뇌파는 한 명의 숙련된 뇌파 기사가 서울대학교병원의 뇌파실에 설치된 SynAmps2(Compumedics, Abbotsford, Victoria, Australia)와 Neuroscan system(Scan 4.3, Compumedics)으로 측정·기록하였다. 대상자들은 격리·차폐된 측정실에서 1인용 안락의자에 누워 눈을 감은 안정된 상태에서 약 20분간 뇌파를 측정하였다. 안구 움직임을 추적하기 위한 전극 2개를 포함하여 21개 전극을 두피에 부착하였으며, 전극 위치는 국제 10~20 체계를 따라 FP1, FP2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, Oz, O2 위치에서 측정하였다. 임피던스는 5 kΩ 이하로 하였으며, 기준전극(reference)은 양측 유양돌기에 부착하였다. 데이터는 500 Hz으로 수집하였고, 0.1~60 Hz 사이로 대역 필터(band-pass filter) 되었다. 측정된 뇌파 데이터는 NeuroGuide 소프트웨어(NG 2.7.8 ; Applied Neuroscience, St Petersburg, FL, USA)를 이용하여 분석하였다. 육안 검사를 통해 안구움직임 등으로 인한 잡파가 제거된 1분 30초가량의 에폭(epoch)을 선택하여 분석하였다.

뇌파의 원자료를 푸리에 변환하여 세타(4~8 Hz), 알파(8~

12 Hz), 베타(12~30 Hz)의 세 가지 주파수 밴드에 대한 절대력(μV^2)과 상대력(%), 최고주파수(Hz)를 얻었다. 19개의 전극을 세 영역으로 나누어 영역별 평균값을 구하였다 : frontal(FP1, F3, F7, Fz, FP2, F4 and F8), central(T3, C3, Cz, T4 and C4) 그리고 posterior(T5, P3, O1, Pz, T6, P4 and O2).¹⁹⁾

신경인지기능 검사

강박장애 환자에서 가장 두드러지는 인지기능 장애인 억제성 실행기능을 평가하고, 정보처리속도, 작업기억, 실행능력 등 전두엽 기능을 반영하는 스트룹 검사를 사용하였고, 글자와 색상이 불일치하는 조건에서 색상을 읽는 데 소요되는 시간을 수집하였다. 또한, 이와 비교되는 심경심리학적 검사로 단순 주의력을 평가하는 선로 잇기 검사(Trail Making Test A)의 소요 시간을 획득하였다. 두 검사 모두 소요 시간이 길수록 기능이 떨어지는 것으로 해석된다. 후향적 의무기록 검토를 통해 자료를 수집하였다.

통계학적 분석

인구학적 정보, 신경인지기능 검사 결과 및 정량뇌파 변수를 그룹간 비교하였다. 자료가 정규분포를 따를 경우 Student t-test를 시행하였고, 정규분포를 따르지 않을 경우 Mann-Whitney U test를 시행하였다. 성별은 카이제곱 검정으로 그룹 간 비교하였다. 뇌파 활동과 신경인지기능의 상관성 분석을 위하여, 신경인지기능에 영향을 줄 수 있는 나이와 교육연수를 보장하는 편상관분석(partial correlation)을 시행하였다.

결 과

본 연구의 대상자는 강박장애 환자 121명과 조현병 환자 140명이었다. 두 집단 간 연령 및 교육수준의 차이는 없었다. 그러나, 강박장애 환자군에서 조현병 환자군에 비해 남성이

많았다. 신경인지기능 검사 결과, 조현병 환자에서 강박장애 환자보다 유의하게 저하된 소견을 보였다(Table 1).

Central, frontal, posterior 영역별로 세타, 알파, 베타 주파수에서 각각의 절대력, 상대력, 최고주파수의 평균값을 비교 분석한 결과에서는 두 질환군 간에 유의미한 차이는 보이지 않았다(Table 2).

나이와 교육연수를 보정한 후 질환군별로 신경인지기능 검사 결과와 정량뇌파 분석 결과 값에 대해 편상관분석을 시행하였을 때 조현병 환자군에서는 유의미한 상관성을 보이는 결과가 없었으나 강박장애 환자군에서는 central 및 frontal 영역에서 알파리듬의 절대력과 상대력 모두 유의미한 상관성을 보였다(Fig. 1, 2). 강박장애 환자군에서 전두엽 영역의 알파파의 절대력 및 상대력이 클수록 스트룹 검사 상, 소요시간이 길었다.

고 찰

본 연구 결과, 강박장애 환자에서 스트룹 검사상 나타나는 억제성 실행기능의 저하는 조현병 환자에서와는 달리 frontal, central영역의 알파 절대력 및 상대력 모두의 증가와 연관성을 보이는 것을 관찰할 수 있었고, 이는 두 질환에서 나타나는 인지기능 저하가 서로 다른 병태생리학적 기전을 가질 수 있다는 가설을 뒷받침해주는 결과라 할 수 있다. 또한, 대조되는 신경인지기능으로서의 선로 잇기 검사상 단순주의력은 두 군 모두 정량뇌파와의 연관성을 보이지 않아, 강박장애의 억제성 실행기능의 저하와 알파력(alpha power) 간의 연관성은 강박장애 특이적인 속성임을 알 수 있었다. 실행기능의 이상은 강박장애와 조현병 두 질환 모두에서 흔히 관찰되는 특성이지만, 구체적인 양상에서는 차이를 보인다. 강박증이 동반된 조현병 환자에서는 실행기능 저하가 더 심한 것 보고되고 있는데,²⁰⁾²¹⁾ 이는 각 질환의 다른 병리기전이 가중된 결과로 생각되고 있고,²²⁾²³⁾ 특히, 강박장애에서는 억제성 실행기능의 이상이 흔히 보고되며, 이는 강박사고 및 강박행

Table 1. Demographic characteristics and neurocognitive functions of participants

	OCD (n = 121)	SCZ (n = 140)	$\chi^2/t/Z$	p-value
	Mean \pm SD	Mean \pm SD		
Demographic characteristics				
Gender (male/female)	84/37	72/68	8.739	0.003
Age (years)	26.89 \pm 9.55	28.05 \pm 8.87	-1.799	0.072*
Education (years)	13.44 \pm 2.14	13.75 \pm 2.55	-0.967	0.334
Neurocognitive function tests				
TMT-A (secs)	24.51 \pm 8.91	30.52 \pm 23.18	-2.897	0.004
Color naming on stroop test (secs)	25.51 \pm 8.43	30.68 \pm 12.36	-4.05	< 0.001

* : Student t-test. OCD : obsessive-compulsive disorder, SCZ : schizophrenia, TMT : Trail Making Test, SD : standard deviation

동과 밀접하게 연관되어 있는 것으로 생각되고 있다.²⁴⁾

알파파는 안정된 상태나 눈을 감고 있을 때 흔하게 관찰되며, 명상 시 알파력이 증가한다는 결과는 여러 차례 보고된 바 있다. 알파파가 정확히 어떤 신경전달 과정을 나타내는 지

는 아직 밝혀지지 않은 상태이나 아주 국소적인 영역의 이상 보다는 보다 넓은 영역의 뇌 기능을 반영하는 것으로 생각되고, 판단을 내리거나 주의 집중을 하는 등의 뇌 활동 시 알파력이 감소하는 것은 일반적으로 받아들여지고 있으며,¹⁸⁾ 안정 시 알파 활동은 잠재된 인지적 처리 능력을 반영하는 것으로 생각되기도 한다.¹⁸⁾ 한편, 스트룹 검사를 통해서 본 억제성 실행능력의 감소가 알파리듬과 연관되어 있음이 보고된 바 있고,²⁵⁾ 최근 연구 결과에서는 명상훈련 후 안정 시 알파력의 증가와 스트룹 반응시간 감소가 함께 관찰되기도 하였으며,²⁶⁾ 그 외 연구에서도 안정 시 알파파가 잠재적인 억제성 실행기능과 연관되어 있음을 시사하기도 하였다.²⁷⁾

본 연구는 강박장애 환자에서 안정 시 전두엽의 알파력이 증가할수록 억제성 실행기능이 저하되는 결과를 보였다. 이는 전두엽의 알파력과 스트룹 검사 결과의 연관성은 강박장애 환자에서 억제성 실행기능 이상이 전두엽 과활성과 연관이 있음을 의미할 수 있다. 반면, 조현병 환자는 동일하게 억제성 실행기능의 이상을 보이지만, 강박장애 환자와는 달리 억제성 실행기능 이상과 알파력과의 상관성을 보이지 않았다. 이는 비슷한 인지기능 저하를 보이는 질환군에서도 강박장애 환자 특이적인 병태생리가 존재함을 시사한다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 후향적 단면 연구로서 신경인지기능과 정량뇌파의 상관성이 어떤 선후관계를 갖는지는 해석하기 어렵다. 또한, 대상군 선정 시 의무기록 상의 진단을 기준으로 하였으므로 다른 공존질환의 영향을 배제할 수 없으며, 유병기간을 제한하지 않아 유병기간에 따른 증상 양상이나 신경학적 변화가 보다 불균일(heterogeneous)한 집단이 대상이 되었을 것으로 생각된다. 그리고, 대상자수가 많은 것은 본 연구의 강점이 되겠으나 일 병원에 내원한 환자들만을 대상으로 하였고, 건강대조군이 없어 그 결과를 일반화하는 데에 제한이 있다. 특히, 대부분의 환자가 항정신성 약물을 복용하고 있었으므로 약물의 영향이 교란변수로 작용했을 가능성도 있다. 더불어 뇌파 분석에 사용된 예폭이 1분 30초로 안정 시 뇌파의 개인내 변이(intraindividual variation)의 영향으로부터 자유롭지 못하였을 것으로 생각된다. 통계분석방법에 있어서는 한 전극에서 측정되는 뇌파가 다른 전극에도 영향을 미칠 수 있는 특성을 고려하여 3개의 영역으로 나누어 편상관 분석을 시행하였으나 전극 간의 상호 영향을 완전히 배제할 수 없을 것으로 생각되며, Bootstrapping 등과 같은 방법으로 낮은 통계적 검증력, 다중비교(multiple comparison) 등의 문제를 보정하지 못하였다. 또한, 분석 시에 스트룹 검사에서 오류반응 숫자를 고려하지 않은 점은 결과를 해석하는 데 있어 제한점으로 작용할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Regional quantitative electroencephalogram results of participants

	OCD	SCZ	t/Z	p-value
	(n = 121)	(n = 140)		
	Mean ± SD	Mean ± SD		
Absolute power				
Theta				
Central	11.08 ± 5.94	12.04 ± 7.67	-0.367	0.714
Frontal	11.11 ± 6.14	11.51 ± 7.00	-0.046	0.963
Posterior	11.78 ± 7.04	11.84 ± 6.74	-0.292	0.771
Alpha				
Central	22.49 ± 16.37	22.10 ± 16.47	-0.434	0.664
Frontal	19.90 ± 14.46	19.93 ± 15.32	-0.241	0.810
Posterior	40.94 ± 30.19	39.33 ± 29.52	-0.399	0.690
Beta				
Central	9.28 ± 4.95	9.20 ± 4.86	-0.131	0.896
Frontal	7.89 ± 3.87	7.46 ± 3.53	-0.927	0.354
Posterior	12.88 ± 7.19	14.14 ± 8.73	-0.709	0.479*
Relative power				
Theta				
Central	18.52 ± 6.75	19.11 ± 7.97	-0.015	0.988*
Frontal	17.02 ± 6.15	17.58 ± 7.40	-0.012	0.991
Posterior	15.29 ± 5.81	16.16 ± 7.38	-0.386	0.700*
Alpha				
Central	33.21 ± 13.43	31.48 ± 12.80	-1.067	0.287
Frontal	28.92 ± 13.86	28.04 ± 13.32	-0.459	0.646
Posterior	42.85 ± 14.47	41.14 ± 14.68	-0.948	0.344
Beta				
Central	16.11 ± 6.61	17.01 ± 7.55	-0.771	0.441
Frontal	12.99 ± 6.18	13.40 ± 6.53	-0.341	0.733
Posterior	17.22 ± 7.46	18.02 ± 9.08	-0.323	0.747
Peak frequency				
Theta				
Central	5.77 ± 0.22	5.79 ± 0.23	-0.388	0.698
Frontal	5.73 ± 0.24	5.75 ± 0.26	-0.426	0.670
Posterior	5.82 ± 0.22	5.84 ± 0.24	-0.265	0.791
Alpha				
Central	9.64 ± 0.35	9.61 ± 0.39	-0.799	0.425
Frontal	9.60 ± 0.37	9.55 ± 0.41	-0.873	0.384
Posterior	9.84 ± 0.37	9.80 ± 0.44	-0.854	0.394
Beta				
Central	17.09 ± 0.80	17.12 ± 0.81	0.324	0.747
Frontal	17.24 ± 0.85	17.32 ± 0.85	0.74	0.460
Posterior	16.46 ± 0.91	16.43 ± 0.88	-0.383	0.702

* : Mann-Whitney U test. OCD : obsessive-compulsive disorder, SCZ : schizophrenia, SD : standard deviation

본 연구를 통해서 강박장애 환자에서 신경인지기능 검사를 통해 나타난 전두엽 기능저하와 알파 리듬의 상관성을 관찰할 수 있었고, 이는 조현병과는 구분되는 병태생리학적 기전을

시사하며, 알파 리듬이 인지기능의 일부를 반영한다는 기존 가설을 뒷받침한다. 향후 전향적인 연구에서 본 연구결과가 반복되는 것이 확인된다면 더욱 의미가 있을 것으로 생각된다.

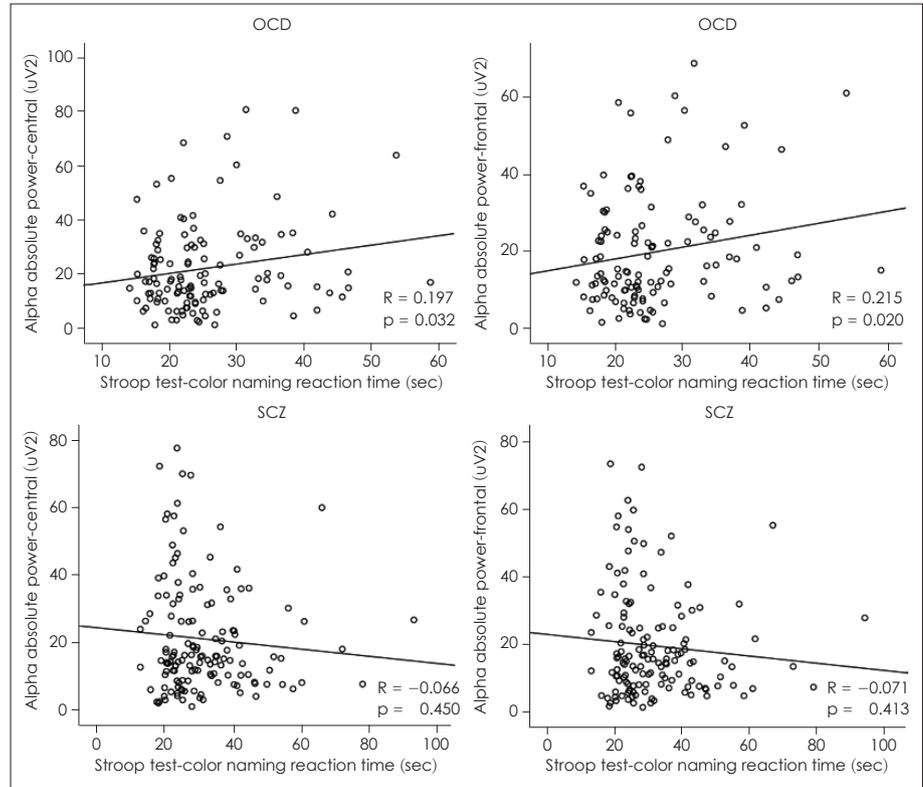


Fig. 1. Correlation between alpha absolute power and Stroop test results in patients with obsessive-compulsive disorder (OCD) and schizophrenia (SCZ).

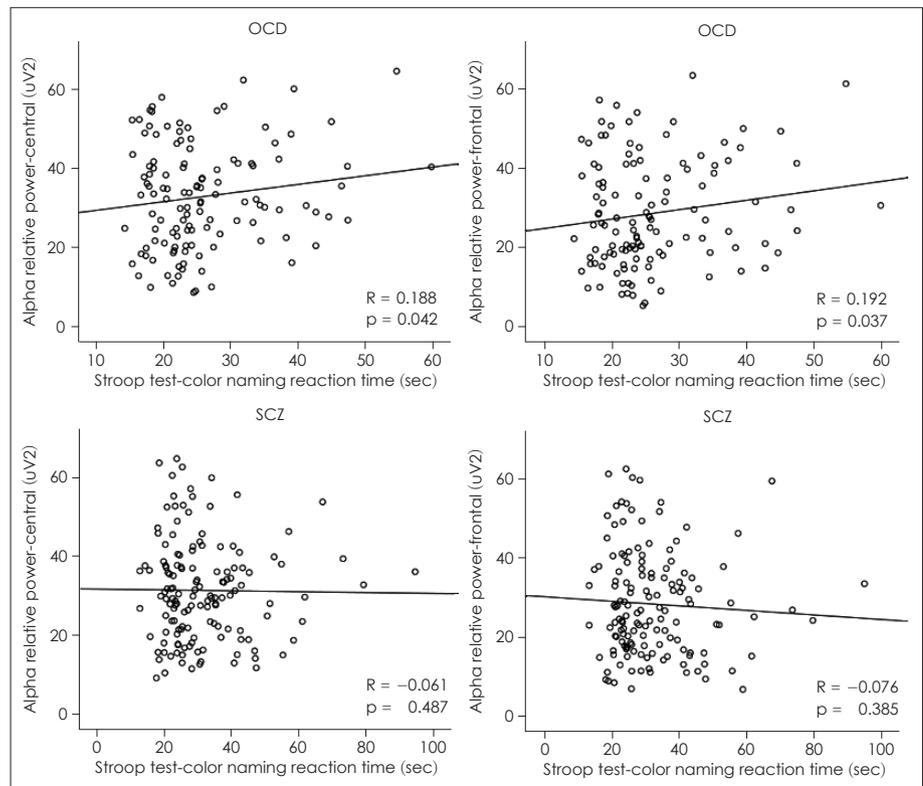


Fig. 2. Correlation between alpha relative power and Stroop test results in patients with obsessive-compulsive disorder (OCD) and schizophrenia (SCZ).

중심 단어: 정량뇌파 · 강박장애 · 조현병 · 신경인지기능.

Acknowledgments

본 연구는 2014년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2014R1A1A1004553).

Conflicts of interest

The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) **Bottas A, Cooke RG, Richter MA.** Comorbidity and pathophysiology of obsessive-compulsive disorder in schizophrenia: is there evidence for a schizo-obsessive subtype of schizophrenia? *J Psychiatry Neurosci* 2005;30:187-193.
- 2) **Kim MS, Kang SS, Youn T, Kang DH, Kim JJ, Kwon JS.** Neuropsychological correlates of P300 abnormalities in patients with schizophrenia and obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Res* 2003; 123:109-123.
- 3) **Kwon JS, Shin YW, Kim CW, Kim YI, Youn T, Han MH, et al.** Similarity and disparity of obsessive-compulsive disorder and schizophrenia in MR volumetric abnormalities of the hippocampus-amygdala complex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74:962-964.
- 4) **Tumkaya S, Karadag F, Oguzhanoglu NK, Tekkanat C, Varma G, Ozdel O, et al.** Schizophrenia with obsessive-compulsive disorder and obsessive-compulsive disorder with poor insight: a neuropsychological comparison. *Psychiatry Res* 2009;165:38-46.
- 5) **Roh KS, Shin MS, Kim MS, Ha TH, Shin YW, Lee KJ, et al.** Persistent cognitive dysfunction in patients with obsessive-compulsive disorder: a naturalistic study. *Psychiatry Clin Neurosci* 2005;59:539-545.
- 6) **de Geus F, Denys DA, Sitskoorn MM, Westenberg HG.** Attention and cognition in patients with obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Clin Neurosci* 2007;61:45-53.
- 7) **Bannon S, Gonsalvez CJ, Croft RJ, Boyce PM.** Executive functions in obsessive-compulsive disorder: state or trait deficits? *Aust N Z J Psychiatry* 2006;40:1031-1038.
- 8) **Ekerholm M, Firus Waltersson S, Fagerberg T, Söderman E, Terenius L, Agartz I, et al.** Neurocognitive function in long-term treated schizophrenia: a five-year follow-up study. *Psychiatry Res* 2012;200: 144-152.
- 9) **Martin V, Huber M, Rief W, Exner C.** Comparative cognitive profiles of obsessive-compulsive disorder and schizophrenia. *Arch Clin Neuropsychol* 2008;23:487-500.
- 10) **Shin NY, Lee TY, Kim E, Kwon JS.** Cognitive functioning in obsessive-compulsive disorder: a meta-analysis. *Psychol Med* 2014;44: 1121-1130.
- 11) **Youn T, Kwon JS.** Clinical Applications of Quantitative EEG. *Sleep Med Psychophysiol* 1995;2:31-43.
- 12) **Karadag F, Oguzhanoglu NK, Kurt T, Oguzhanoglu A, Ateşci F, Ozdel O.** Quantitative EEG analysis in obsessive compulsive disorder. *Int J Neurosci* 2003;113:833-847.
- 13) **Pogarell O, Juckel G, Mavrogiorgou P, Mulert C, Folkerts M, Hauke W, et al.** Symptom-specific EEG power correlations in patients with obsessive-compulsive disorder. *Int J Psychophysiol* 2006;62:87-92.
- 14) **Bucci P, Mucci A, Volpe U, Merlotti E, Galderisi S, Maj M.** Executive hypercontrol in obsessive-compulsive disorder: electrophysiological and neuropsychological indices. *Clin Neurophysiol* 2004; 115:1340-1348.
- 15) **Zielińska J, Góral-Pórola J, Pórola P, Łuckoś M, Kropotov JD, Pačalska M.** Hyper-frontality in an OCD patient-evidence from event-related potentials in a cued GO/NOGO task. *Ann Agric Environ Med* 2016;23:276-279.
- 16) **Ranlund S, Nottage J, Shaikh M, Dutt A, Constante M, Walshe M, et al.** Resting EEG in psychosis and at-risk populations--a possible endophenotype? *Schizophr Res* 2014;153:96-102.
- 17) **Kam JW, Bolbecker AR, O'Donnell BF, Hetrick WP, Brenner CA.** Resting state EEG power and coherence abnormalities in bipolar disorder and schizophrenia. *J Psychiatr Res* 2013;47:1893-1901.
- 18) **Bazanava OM, Vernon D.** Interpreting EEG alpha activity. *Neurosci Biobehav Rev* 2014;44:94-110.
- 19) **Son KL, Choi JS, Lee J, Park SM, Lim JA, Lee JY, et al.** Neurophysiological features of Internet gaming disorder and alcohol use disorder: a resting-state EEG study. *Transl Psychiatry* 2015;5:e628.
- 20) **Schirmbeck F, Rausch F, Englisch S, Eifler S, Esslinger C, Meyer-Lindenberg A, et al.** Stable cognitive deficits in schizophrenia patients with comorbid obsessive-compulsive symptoms: a 12-month longitudinal study. *Schizophr Bull* 2013;39:1261-1271.
- 21) **Lysaker PH, Lancaster RS, Nees MA, Davis LW.** Patterns of obsessive-compulsive symptoms and social function in schizophrenia. *Psychiatry Res* 2004;125:139-146.
- 22) **Michalopoulos PG, Konstantakopoulos G, Typaldou M, Papageorgiou C, Christodoulou GN, Lykouras L, et al.** Can cognitive deficits differentiate between schizophrenia with and without obsessive-compulsive symptoms? *Compr Psychiatry* 2014;55:1015-1021.
- 23) **Cunill R, Huerta-Ramos E, Castells X.** The effect of obsessive-compulsive symptomatology on executive functions in schizophrenia: a systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Res* 2013;210:21-28.
- 24) **Harsányi A, Csígo K, Rajkai C, Demeter G, Németh A, Racsmány M.** Two types of impairments in OCD: obsessions, as problems of thought suppression; compulsions, as behavioral-executive impairment. *Psychiatry Res* 2014;215:651-658.
- 25) **West R, Bell MA.** Stroop color-word interference and electroencephalogram activation: evidence for age-related decline of the anterior attention system. *Neuropsychology* 1997;11:421-427.
- 26) **Fan Y, Tang YY, Tang R, Posner MI.** Short term integrative meditation improves resting alpha activity and stroop performance. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2014;39:213-217.
- 27) **Schiller B, Gianotti LR, Nash K, Knoch D.** Individual differences in inhibitory control--relationship between baseline activation in lateral PFC and an electrophysiological index of response inhibition. *Cereb Cortex* 2014;24:2430-2435.