

위스콘신카드분류검사 수행에 관여하는 인지적 특성: 파킨슨병 환자를 대상으로

조희란 · 박경원 · 김재우

동아대학교 의과대학 신경과학교실
동아대학교병원 신경과

Cognitive Characteristics Associated with the Performance on Wisconsin Card Sorting Test in Patients with Parkinson's Disease

Hui Ran Cho, Kyung Won Park, M.D., Jae Woo Kim, M.D.

Department of Neurology, Dong-A University College of Medicine, Dong-A University Medical Center, Busan, Korea

Background: It is well known that the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) is a representative test to evaluate executive function. Neuropsychological studies suggest that patients with frontal lobe damage perform worse on the WCST than do patients with non-frontal lobe injury. However, neuropsychological studies found considerable discrepancies in performances on the WCST in patients with frontal lobe damage. Established studies examined the neuro-cognitive functions in focal brain lesion patients. However, controversy remains over whether cognitive impairment is due to a focal brain lesion or due to diffuse brain lesions. Therefore, it is clinically valuable to examine cognitive functions in the performance on the WCST. We compared the results of the WCST with the results of the other neuropsychological tests. We also analyzed cognitive functions in the performance of the WCST in patients with Parkinson's disease using regression analyses. **Methods:** To examine cognitive functions in the performance of the WCST, we investigated the differences of WCST performance and other neuropsychological tests in patients with Parkinson's disease (n=143). Stepwise multiple regression analyses were performed with 4 indices (total correct response, perseverative response, perseverative errors and categories completed) of the WCST as regressand. Attention, visual-spatial function, naming ability, set shifting ability, verbal fluency, verbal delayed recall and non-verbal delayed recall were regressor. **Results:** Influential variables of the 4 WCST indices in Parkinson's disease patients were not only phonemic fluency and set shifting ability but also naming ability. Furthermore, the predicted variables included in this study explained WCST for only about 30%. The best influential variable of total correct response was K-BNT. Phonemic fluency was the best influential variable of perseverative response, perseverative errors and categories completed. **Conclusions:** These results suggest that the performance on the WCST cannot specifically identify frontal lobe damage and that WCST is a multi-factorial and complex test.

Key Words: Wisconsin Card Sorting Test, Frontal lobe function, Parkinson's disease

Received : October 21, 2010
Revision received : December 31, 2010
Accepted : December 31, 2010

Address for correspondence

Kyung Won Park, M.D.
Department of Neurology, Dong-A University
College of Medicine, 1 Dongdaesin-dong 3-ga,
Seo-gu, Busan 602-715, Korea
Tel: +82-51-240-2966
Fax: +82-51-244-8338
E-mail: neuropark@dau.ac.kr

*본 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

서 론

집행기능(executive function)에는 많은 인지기능이 포함되어 기 때문에 집행기능을 명확하게 정의하는 것은 쉽지 않다. 하지만 적어도 반응제지와 작업기능, 세트 전환(set-shifting), 계획 및 조직화 능력으로 구성되었다고 정의하고 있으며[1], 위스콘신카드분류검사(Wisconsin Card Sorting Test, WCST)가 비교적 단일 검사로서 집행기능의 다양한 측면을 측정하는 데 이용되고 있다.

WCST는 정상인을 대상으로 추상적 사고와 사고의 융통성에

관한 표준화된 측정을 제공하기 위해 개발되었다. 이후 신경심리학적 연구들은 뇌의 전두엽에 손상을 입은 환자들이 다른 부위에 손상을 입은 환자들에 비해 WCST 수행력에 더 심한 장애를 나타낸다는 것을 제시하였고, WCST는 전두엽 기능을 측정하는 도구로 주장되었다[2, 3]. 신경심리학적 측정도구로서 광범위하게 사용된 WCST는 1981년 Heaton이 WCST의 매뉴얼을 공식화하였고, 확장된 WCST는 16개 하위측정치를 통해 뇌 손상 집단과 6.5세에서 89세까지의 아동, 청소년 및 성인의 정상집단을 대상으로 표준화되었다. 이후 WCST는 실행기능 측정 도구로서 타당도와 신뢰도를 제공할 뿐만 아니라 여러 다양

한 환자들에게 전두엽 기능을 평가하는 검사로서 시행되어 왔다[4].

하지만 뇌의 후방부에 병변이 있는 환자들이 전방부에 병변이 있는 환자들에 비해 WCST에서 더 나쁜 수행력을 보인다는 연구 결과가 있고[5], 전두엽 병변을 가진 환자들에서도 WCST 수행력에 장애가 나타나지 않았다는 결과들이 보고되고 있다[6-10]. 이에 대하여 Heaton 등[4]은 전두엽이 매우 복잡한 구조물이고 WCST 하나만으로 평가하는 것보다 훨씬 더 다양한 인지기능들을 수행하는 데 관여하기 때문에 WCST에 의해 평가된 여러 인지 기능들은 뇌의 전두 부위에 대한 신경학적 손상이라는 조건에서 결함을 보이기 쉽지만, 집행기능들을 전체적 또는 부분적으로 방해하는 기타 신경학적 또는 심리적 장애가 WCST 수행에 결함을 초래할 수 있다고 설명하였다. 또한 Anderson, Bigler 및 Blatter는 외상성 뇌손상 환자를 전두엽 손상 유무로 분류하여 전두엽에 초점적 손상을 지닌 환자와 전두엽에 초점적 손상 없이 비특징적 뇌손상을 지닌 환자로 나누어서 집행기능의 손상과 손상 위치를 알아보고자 했다. 결과는 두 종류 환자집단 사이에 유의한 차이가 없어 WCST 수행이 초점적 전두 손상의 크기, 전두부 손상 유무나 비특징적 구조 변화와는 관련이 없는 것으로 나타났다[11].

이처럼 외상성 뇌손상 환자들을 대상으로 한 WCST 연구 결과들이 서로 다르고, 때로는 상반된 결과를 보고하고 있는 것은 WCST가 전두엽 기능 평가에 민감하기는 하지만, 전두엽과 광범위한 상호연결을 이룬 여러 대뇌 영역들이 WCST의 정확한 수행에 복합적으로 관여할 수 있음을 시사한다[12]. 기존의 연구들에서는 대체로 특정 뇌 부위의 손상에 따른 WCST의 수행을 비교하였으나 인지장애가 뇌의 어떤 특정 영역의 장애인지 아니면 넓은 영역의 일반화된 장애인지에 대해서는 오랫동안 논란이 되고 있고, 소위 전두엽 기능들은 전두엽에만 의존하는 것이 아니라 다른 여러 뇌영역에 함께 의존할 가능성이 높다. 따라서 WCST에 대한 상반된 연구 결과들은 부분적으로 연구 방법이나 WCST의 타당도 이해 부족에서 발생한 것일 수도 있으며, WCST를 구성하는 인지기능이 무엇인지 확인하는 것은 임상적 가치가 높다고 여겨진다.

파킨슨병(idiopathic Parkinson's disease)은 중추신경계의 퇴행성 변화에 의하여 유발되는 신경퇴행성 질환으로 1817년 James Parkinson (1817)에 의해 처음으로 기술되었다. 파킨슨병의 주된 증상은 손떨림, 경축(rigidity), 운동완만(bradykinesia) 등의 운동장애로 알려져 있으나 자율신경계 이상과 감각신경계 장애, 다양한 정도의 인지기능 장애도 관찰되고 있다[13]. 파킨슨병 환자에게서 나타나는 인지기능 장애의 가장 큰 특징

은 전두엽 기능과 관련된 집행기능(executive function) 장애로 알려져 있다[14]. 이러한 집행기능의 장애는 규칙찾기(rule finding), 문제해결 능력(problem solving), 방법전환(set shifting), 방법 유지(set maintenance) 등과 같은 항목들의 수행결손으로 나타나며[15], 현재까지 특발성 파킨슨병 환자를 대상으로 하여 WCST 검사 수행에 미치는 인지기능 요인을 분석한 논문은 국내에 없다. 이에 본 연구에서는 특발성 파킨슨병 환자들을 대상으로 실시한 WCST와 다른 신경심리학적 검사들을 비교하고, WCST 수행에 영향을 미치는 인지기능요인은 무엇인지 regression을 이용하여 분석하고자 하였다. WCST 검사에서의 수행 능력을 비교함으로써 어떠한 인지기능 장애가 영향을 미칠 수 있는지 확인할 수 있을 것이며, WCST 수행 저하에는 전두엽기능 이외에 다른 인지기능이 관여할 수 있음을 확인하고자 한다.

대상과 방법

1. 연구 대상

2003년 11월부터 2009년 8월까지 부산 동아대학교 의료원 신경과에서 특발성 파킨슨병으로 진단받은 환자 142명을 대상으로 하였다. 파킨슨병의 임상적 진단기준은 UK Parkinson's Disease Society Brain Bank 기준[16]을 따르고, 파킨슨병 이외의 다른 파킨슨 증후군이나 증후성 파킨슨증이 의심되는 환자의 경우와 임상적으로 치매를 보이거나 파킨슨병 환자의 운동 증상이 너무 심하여 검사 수행에 어려움이 있다고 판단되는 경우, 파킨슨 병 이외의 다른 신경학적, 정신과적 병력을 가지고 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 인구통계학적 정보는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Demographic findings in patients with Parkinson's disease

Variables	PD (n=142)
Gender (male/female)	58/84
Age (yr)	61.63 (10.74)
Education (yr)	8.08 (4.99)
K-MMSE	26.63 (3.05)
GDS	17.92 (7.19)
Duration (months)	32.99 (46.72)

Values are mean (SD).

PD, Parkinson's disease; K-MMSE, Korean version of Mini-Mental State Examination; GDS, Geriatric Depression Scale.

2. 검사도구 및 시행방법

1) 위스콘신 카드 분류 검사

WCST는 4장의 자극카드와 64장의 반응카드를 사용하였다. 검사방법은 먼저 한 개의 빨간색 삼각형, 두 개의 초록색 별형, 세 개의 노란색 십자가형, 네 개의 파란색 원형이 그려진 4장의 자극카드 중 어느 한 장과 짝이 맞도록 분류해 보라고 지시한다. 피검사자는 색상, 형태, 수로 구분된 3가지 가능한 범주에 기초하여 64장의 카드를 분류한다. 검사는 첫 번째 반응카드를 환자가 짝이 맞다고 생각하는 4장의 자극카드 중 어느 한 장에 분류하는 것으로 시작된다. 검사자는 환자의 매 시도에 대해서 분류원칙에 맞으면 '예, 맞습니다', 맞지 않으면 '아니오, 틀렸습니다' 라고만 답을 해주고 다른 실마리는 주지 않는다. 연속적으로 10장의 카드를 분류원칙에 맞게 배열하면 환자에게 말하지 않은 상태에서 분류원칙이 다시 바뀌게 된다. 검사에 대한 평가는 16개의 항목에서 이루어졌고, 본 연구에서는 전산화된 위스콘신 카드 분류 검사를 사용하여 채점하였다.

2) 숫자 따라 외우기 검사(Digit span test)

숫자 따라 외우기 검사는 언어적 자극에 대한 일시적인 주의 집중능력과 지속적인 주의집중능력을 평가한다. 들은 숫자를 그대로 따라하는 '숫자 바로 따라외우기(Forward)'와 일련의 숫자들을 듣고 역순으로 말하는 '숫자 거꾸로 따라 외우기(Backward)'로 구성된다. 각각 7문항으로 구성되어 있으며, 각 문항에는 제1시행과 제2시행이 있어 두 시행의 점수를 합산한다.

3) Korean version of Boston Naming Test (K-BNT)

한국판 Boston 이름대기 검사(K-BNT) [17]를 한국 어휘빈도수에 맞게 문항들을 수정하여 표준화한 검사이다. 난이도 순으로 배열된 총 60문항의 그림으로 구성되어 있으며, 제시된 그림을 보고 이름을 말하게 함으로써 이름대기 능력을 평가한다.

4) Rey-Osterrieth Complex Figure Test

Rey 도형 검사(Rey-Osterrieth Complex Figure Test) [18]는 시공간 구성 능력과 시각적 기억 능력을 평가한다. 모사 조건에서는 주어진 도형 그림을 보고 그대로 그리게 함으로써 시공간 구성 능력을 평가한다. 도형의 부분들을 총 18항목으로 나누고, 각 항목당 0-2점으로 채점하므로 점수 범위는 0-36점이다. 회상 조건에 대한 사전 경고가 없는 상태에서 모사과제를 완성한 뒤 도형을 치우고 즉각 회상 단계를 시행하고, 20분 뒤 지연 회상 및 재인 검사를 실시하여 시각적 자극에 대한 기억

능력을 평가한다.

5) Korean version-Seoul Verbal Learning Test (K-SVLT)

K-SVLT [19]는 언어적 학습과 기억 능력을 평가하는 검사로서 Hopkins Verbal Learning Test (HVLT) [20]의 제작 원리를 기본으로 하였으나 한국의 문화와 언어상의 특성이 반영된 새로운 문항들로 구성되어 있다. 검사자는 피검자에게 꽃, 문구, 주방기구와 3가지 범주에 속한 12개의 단어를 2초에 하나씩 불러주고 기억하게 한다. 즉각 회상을 3회 시행한 뒤 20분 후에 지연 회상과 재인검사를 실시한다.

6) 단어 유창성 검사

제한된 시간(1분) 동안 주어진 범주(동물)에 속하는 단어나 특정한 철자(ㄱ, ㅇ, ㅅ)로 시작하는 단어를 되도록 많이 생각해서 말하게 하는 검사이다. 단어 유창성은 주로 좌측 전두엽의 하부나 안와부의 기능과 관련되어 있는 것으로 보고되었다.

7) Contrasting Program

운동 조절 및 규칙 습득 능력을 평가하는 간단한 검사이다. 검사자가 손가락을 하나 올리면 피검자는 손가락을 두 개 올리고, 검사자가 손가락을 두 개 올리면 피검자는 손가락을 하나 올리도록 하는 단순한 규칙을 설명한 뒤 실시한다.

8) Go-No-Go Test

운동 조절 및 억제 능력을 평가함으로써 전두엽 기능 및 실행 기능을 측정한다. 이 검사의 기본 형식은 피검자에게 검사자가 제시하는 2가지 신호 중 하나에만 반응을 하고 다른 하나에는 반응을 하지 않도록 지시하는 것으로 검사자가 손가락을 하나 올리면 피검자는 손가락을 두 개 올리고, 반대로 검사자가 두 개의 손가락을 올리면 피검자는 주먹을 쥐 채 손가락을 올리지 않아야 한다. Go-No-Go는 Contrasting Program에 이어서 실시함으로써 새로운 반응 규칙으로 전환하는 능력을 함께 평가한다.

9) Korean-Color Word Stroop Test (K-CWST)

회색종이에 빨강, 노랑, 파랑, 검정의 네 가지 단어가 한 줄에 28개씩, 총 112개가 4줄에 쓰여져 있다. Word reading 조건과 color reading 조건으로 구성되며, 두 조건 모두 카드에 쓰여진 글자와 글자의 색깔은 일치하지 않는다. Word reading 조건은 카드에 쓰여진 글자를 읽어야 하고, color reading 조건에서는 카드에 쓰여진 글자의 색깔을 말해야 한다. 각 조건의 제한시간

은 2분이며, 정반응과 오반응, 반응시간을 기록한다.

모든 대상 환자들은 WCST를 포함하여 해당 검사를 동일한 날 시행하였다. 각 검사는 지침에 따라서 한 명의 검사자가 시행하였다.

3. 자료 분석

통계적 분석은 SPSS WIN 15.0판을 이용하였다. Heaton 등 [4]이 제시한 WCST의 16가지 평가 항목에 대하여 Sullivan 등 [21]은 주성분분석을 통하여 보속성, 비효율적 분류 및 비보속 오류 3가지의 요인을 추출하였다. 보속성 요인을 평가하는 항목으로는 보속반응, 총보속오류, 정확반응수, 완성범주수 등이 있었다. 파킨슨병 환자에게서 나타나는 집행기능 장애는 주로 방법전환(set shifting)의 어려움으로 나타나므로[15] 보속반응만을 본 연구의 종속변인으로 선택하였다. WCST 상에서 확인할 수 있는 정확한 반응의 수와 보속성 반응, 보속성 오류, 완성된 범주의 수에 대해서 신경심리평가 결과를 회귀분석을 이용하여 분석하였다. 검정 통계치의 p -value가 0.05 이하인 경우 통계적으로 의미있는 것으로 판단하였다.

결 과

WCST의 수행에 영향을 미치리라 예상되는 변인들의 설명력을 알아보고자 정확반응수, 완성범주수, 보속반응수, 보속오류수를 개별종속변인으로 하여 각각에 대해 독립변인으로 집중력, 시공간기능, 언어기능, 언어지연기억력, 시각지연기억력, 전두

엽기능(반응유창성, 반응억제)을 통계적 계산에 기초하여 단계적 회귀분석을 실시하였다. 그 결과를 Table 2에 제시하였다.

정확반응수의 경우 1단계에서 K-BNT, 2단계에서 color reading, 3단계에서 contrasting program, 4단계에서 go-no-go, 5단계에서 phonemic fluency 점수가 투입되었고, 유의하지 않은 점수($p>0.05$)는 분석에서 제외되었다. 1단계에서 K-BNT가 투입되었을 때 설명량 R^2 은 24%였고, 2단계 color reading이 회귀식에 추가되었을 때 전체 회귀모형의 설명량 R^2 은 29%, 3단계에서 contrasting program이 투입되었을 때는 R^2 이 32%, 4단계에서 go-no-go가 투입되었을 때는 R^2 이 34%, 5단계에서 phonemic fluency가 투입되었을 때 R^2 은 37%였으며, 이때 회귀모형은 통계적으로 유의하였다($F=13.109$, $p<0.001$). R^2 변화량이 통계적으로 유의미하지 않은 이외의 변수들은 회귀식에 투입되지 않고 분석이 종결되었다.

보속반응수의 경우 1단계에서 phonemic fluency 점수, 2단계에서 contrasting program이 투입되었고, 유의하지 않은 점수($p>0.05$)는 분석에서 제외되었다. 1단계에서 phonemic을 투입했을 때 설명량 R^2 은 17%였고, 2단계에서 contrasting program이 투입되었을 때는 20%였다. 이때 회귀모형은 통계적으로 유의하였다($F=14.99$, $p<0.001$). R^2 변화량이 통계적으로 유의미하지 않은 이외의 변수들은 회귀식에 투입되지 않고 분석이 종결되었다.

보속오류수의 경우 1단계에서 phonemic fluency 점수가 투입되었고, 2단계에서 contrasting program이, 3단계에서는 K-BNT 점수가 투입되었으며, 유의하지 않은 점수($p>0.05$)는 분석에서 제외되었다. 1단계에서 phonemic fluency를 투입했을 때 설명량 R^2 은 19%였고, 2단계에서 contrasting program

Table 2. Stepwise regression results according to the WCST performances

		B	SEB	β	R^2	ΔR^2	F	Tolerance
Total correct responses	K-BNT	0.294	0.119	0.247	0.240	0.240	36.889***	0.563
	Color reading	0.102	0.042	0.231	0.292	0.052	23.929***	0.633
	Contrasting program	1.566	0.677	0.176	0.319	0.027	17.967***	0.967
	Go-no-go	-0.505	0.238	-0.165	0.343	0.023	14.850***	0.930
	Phonemic fluency	0.240	0.114	0.215	0.367	0.025	13.109***	0.553
Perseverative response	Phonemic fluency	-0.595	0.125	-0.397	0.173	0.173	24.513***	0.989
	Contrasting program	-2.151	0.993	-0.180	0.205	0.032	14.991***	0.989
Perseverative error	Phonemic fluency	-0.305	0.110	-0.286	0.189	0.189	27.189***	0.612
	Contrasting program	-1.490	0.695	-0.175	0.225	0.036	16.792***	0.980
Categories completed	K-BNT	-0.239	0.118	-0.210	0.251	0.027	12.859***	0.607
	Phonemic fluency	0.033	0.013	0.255	0.238	0.238	36.607***	0.569
	Backward	0.298	0.106	0.256	0.306	0.068	25.588***	0.688
	K-BNT	0.031	0.014	0.224	0.329	0.023	18.828***	0.553
	Go-no-go	-0.059	0.028	-0.166	0.355	0.026	15.712***	0.947

*** $p<0.001$; ** $p<0.01$; * $p<0.05$.

WCST, Wisconsin Card Sorting Test; K-BNT, Korean version of Boston Naming Test.

이 투입되었을 때는 22%, 3단계에서 K-BNT 점수가 투입되었을 때는 25%였으며, 이때 회귀모형은 통계적으로 유의하였다 ($F=12.859$, $p<0.001$). R^2 변화량이 통계적으로 유의미하지 않은 이외의 변수들은 회귀식에 투입되지 않고 분석이 종결되었다.

완성범주 수의 경우 1단계에서 phonemic fluency, 2단계에서 backward, 3단계에서 K-BNT, 4단계에서 go-no-go가 투입되었고, 유의하지 않은 점수($p>0.05$)는 분석에서 제외되었다. 1단계에서 phonemic fluency가 투입되었을 때 설명량 R^2 은 24%였고, 2단계 backward가 회귀식에 추가되었을 때 전체 회귀모형의 설명량 R^2 은 30%, 3단계에서 K-BNT가 투입되었을 때는 R^2 이 33%, 4단계에서 go-no-go가 투입되었을 때는 R^2 이 36%였으며, 이때 회귀모형은 통계적으로 유의하였다 ($F=15.712$, $p<0.001$). R^2 변화량이 통계적으로 유의미하지 않은 이외의 변수들은 회귀식에 투입되지 않고 분석이 종결되었다.

이와 같은 분석결과를 종합해보면, 단어이름대기 반응이 좋을수록, 방해자극을 잘 억제할수록, contrasting program을 잘 할수록, 음소적 단어 유창성이 뛰어날수록 정확반응수가 높게 나타났지만 그 이외의 변인들은 정확반응수를 유의하게 예측하지 못하였으며, 이들 변인의 설명력은 37%였다. 음소적 단어 유창성이 뛰어날수록, contrasting program을 잘 할수록 보속반응을 적게 보였으며, 그 이외의 변인들은 보속반응을 유의하게 예측하지 못하였으며, 이들 변인의 설명력은 20%였다. 음소적 단어 유창성이 뛰어날수록, contrasting program을 잘 할수록, 단어이름대기 반응이 좋을수록 보속오류를 적게 보였으며, 그 이외의 변인들은 보속오류를 유의하게 예측하지 못하였으며, 이들 변인의 설명력은 25%였다. 음소적 유창성이 뛰어날수록, 작업기억조작능력이 뛰어날수록, 단어이름대기 반응이 좋을수록, go-no-go를 잘 할수록 완성범주수가 많았으며, 그 이외의 변인들은 완성범주수를 유의하게 예측하지 못하였다. 이들 변인의 설명력은 36%였다. 본 연구에서 다중공선성 문제는 제기되지 않았으며, 공차(tolerance)는 Table 2에 제시하였다.

고 찰

본 연구에서는 WCST의 측정치들을 구성하는 인지기능 요소들을 분석하였다. 본 연구에 포함된 대상 환자들은 파킨슨병으로 진단받은 환자들로서 특발성 파킨슨병 외에 이차적인 파킨슨 증후군이나 임상적으로 치매를 보이는 환자들은 분석에서 제외하였다.

WCST는 그 수행에 있어 개념 형성과 형성된 인지 틀의 변

환, 주의력의 유지, 목표 달성을 위한 행동 등의 과정을 필요로 하는 복합적인 인지 과제이다[4]. Heaton 등(1993)의 연구 결과에 따르면, 오류율은 피드백에 정확하게 반응하는 능력을 측정하고 보속 반응율, 보속 오류율 및 비보속 오류율은 인지적 전략 또는 태도를 변화시키는 데 어려움을 나타내는 보속적 경향성을 측정한다. 완성된 범주수는 추상적 개념 형성 능력을 측정하는데, 가설적 연역 추론 능력과 문제해결 전략을 세우는 능력을 측정해준다. 이와 같이 복합적인 인지 과제의 수행에는 필연적으로 뇌의 여러 개별적인 영역들의 통합적인 상호작용이 작용할 것인데, 본 연구에 포함된 대상군 환자들이 특발성 파킨슨병 환자였다는 점은 주목할 만하다. 왜냐하면 대상군이 동질적일 뿐만 아니라 파킨슨병 환자들은 전두엽과 피질하 회로의 손상으로 전두엽 집행기능 장애가 두드러지는 환자군으로 알려져 있기 때문[22]에 전두엽기능의 측정도구로서의 WCST의 유용성을 직접적으로 알아볼 수 있다. 또한 현재까지 특발성 파킨슨병 환자를 대상으로 하여 WCST 검사 수행에 미치는 인지기능 요인을 분석한 논문은 국내에 없다는 점도 주목할 만하다.

본 연구에서는 phonemic fluency와 contrasting program, K-BNT가 WCST의 보속오류를 예측하는 데 가장 중요한 변인으로 드러났고, phonemic fluency와 digit span backward, K-BNT, go-no-go가 완성한 범주의 수를 예측하는 데 가장 중요한 변인으로 드러났다. 이러한 결과는 보속오류가 반응의 시작을 잘 측정하는 phonemic fluency와 mental set-shifting ability, 반응 억제 능력을 평가한다고 알려진 contrasting program이 관여한다는 기존의 연구 결과들[23]과 일치한다. 또한 WCST의 성공적인 수행을 위해서는 개념 또는 규칙을 습득하고, 10번 연속시행 동안 습득된 개념을 유지하며, 분류규칙이 바뀔 때마다 개념을 전환시킬 수 있는 능력이 필요한 것으로 알려져 있다[24]. 따라서 완성한 범주의 수는 반응의 시작과 반응의 전환, 작업기억용량을 측정하는 phonemic fluency, go-no-go, digit span backward의 수행 정도와 관계가 깊음을 확인할 수 있다.

보속오류나 완성한 범주의 수를 K-BNT 변인이 예측한 점은 특징적인데 대면이름대기능력의 장애는 의미기억(semantic memory) 체계의 장애에서 비롯되는 것으로 보는 의견이 지배적이다[25]. 이러한 결과는 지금까지 WCST에서 보속성을 보이면 전두엽 기능장애와 결부시켜온 것과는 상당한 차이를 지니며, 이에 대해 다음과 같은 해석들이 가능하다. 첫째, 복잡한 인지적 과제인 WCST를 수행하는 데 다양한 인지기능을 필요로 한다는 것이다. WCST는 그 수행에 있어 개념 형성과 형성된 인지 틀의 변환, 주의력 유지 등의 과정을 필요로 하는 복합적

인 인지 과제이다. 이와 같은 복합적인 인지 과제의 수행에는 필연적으로 뇌의 여러 개별적인 영역들의 통합적인 상호작용이 작용할 것이다. 전두엽 피질은 그 형태와 기능이 다양하고 비전 두엽 피질과도 복잡한 상호작용을 하고 있기 때문에 WCST 단독으로 전두엽 손상을 가진 환자와 그렇지 못한 환자를 적절하게 판별하지 못한다. 또한 카드분류검사를 수행하는 데 전두엽 이외의 다른 뇌 구조가 중요한 역할을 할 수 있다. Hermann 등은 측두엽 장애로 인한 발작 환자들에게서 WCST 수행력의 장애가 나타나며, 이것은 측두엽의 간질 발생 세포에서 기인한 “신경잡음(neural noise)”이 전두엽, 특히 후외측 전전두엽 피질과 측두엽을 연결하는 경로들을 통해서 전달되기 때문이라고 설명하였다[26]. 현재의 감각 정보는 기존에 저장되어 있던 정보를 토대로 기대된 자극(expected stimuli)과 적절한 반응(appropriate response)을 명확하게 하는 내적으로 생성된 모델과 비교되므로 해마는 조직화 기술과 작업 기억을 필요로 하는 과제의 수행에 중대한 역할을 할 수 있고, 따라서 WCST의 성공적인 수행에도 영향을 미칠 수 있다.

둘째, 학습능력의 부족이 WCST의 수행에 영향을 미쳤을 수 있다는 점이다. 본 연구에 포함된 대상 환자들은 기저핵의 도파민성 축색의 손상이 있는 파킨슨병 환자들로서 몇몇 연구들에서는 기저핵의 손상이 학습 능력 저하와 관련된다고 제시하였다[27]. 만약 기저핵이 행동을 가이드하는 새로운 규칙이나 새로운 개념적 세트를 전환하는 데도 관여한다면, WCST는 수반성 전환학습(contingency reversal learning)을 필요로 하는 과제이기 때문에[10] 검사자의 피드백에도 불구하고 우발적 강화는 작동하지 못할 것이고, 정반응은 학습되지 않아서 빈약한 수행이 나타날 수 있다.

요약하면, 본 연구에서는 WCST의 수행이 전두엽 집행기능 중에서도 반응의 시작을 측정하는 phonemic word fluency, 반응 전환을 측정하는 go-no-go나 contrasting program, 작업기억용량을 측정하는 digit span backward 등을 통해서 잘 예측되었는데 이를 통해 WCST가 전두엽 집행기능장애를 잘 반영한다는 것을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 WCST는 대면 이름대기[15, 21]와 같은 측정치로 잘 예측되었는데, 이는 WCST 수행에 전두엽 기능도 관여하지만, 전두엽 기능 이외에 다른 인지 요인들도 많은 영향을 끼칠 수 있음을 시사하는 결과라 할 수 있다. 따라서 WCST의 수행만으로는 전두엽 부위 병변을 특이하게 확인하지 못하므로 뇌 손상 혹은 뇌퇴행성질환 환자에서 전두엽 기능을 평가하기 위해서는 WCST 이외에 추가적인 검사가 필요하고, 다발성 인지기능 저하를 보일 때 전두엽 기능과 상관없이 WCST 수행에 영향을 미칠 수 있음을 염두

해 두어야 한다.

본 연구의 제한점으로는 연구 결과를 일반화하기에 대상 환자의 수가 비교적 적었고, WCST의 여러 평가 항목을 예측하는 변인들을 연구에 포함시키지 못하였다는 점을 들 수 있다. 또한 연구에 포함된 환자들의 유병기간이 서로 다르고, Hoehn-Yahr stage에 따른 파킨슨병 정도 차이를 반영하지 못하였으므로 이 같은 요인들의 차이가 인지기능에 차별적인 영향을 미칠 가능성을 배제할 수 없다. 그러므로 이러한 관점이 얼마나 타당한지 알아보기 위해서는 앞서 언급한 제한점들을 극복할 수 있는 여러 가지 후속 실험들이 필요할 것이다.

참고문헌

- Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT, Faraone SV, Pennington BF. *Validity of the executive function theory of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: a meta-analytic review*. *Biol Psychiatry* 2005; 57: 1336-46.
- Milner B. *Effects of different brain lesion on card sorting: the role of the frontal lobe*. *Arch Neurol* 1963; 9: 90-100.
- Robinson AL, Heaton RK, Lehman RAW, Stilson DW. *The utility of the Wisconsin Card Sorting Test in detecting and localizing frontal lobe lesions*. *J Consult Clinic Psychol* 1980; 48: 605-14.
- Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtiss G. *Wisconsin Card Sorting Test Manual: Revised and Expanded*. FL: Psychology Assessment Resources, Inc. 1993.
- Teuber HL, Battersby WS, Bender MB. *Performance of complex visual tasks after cerebral lesions*. *J Nerv Ment Dis* 1951; 114: 413-29.
- Shallice T, Burgess PW. *Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man*. *Brain* 1991; 114: 727-41.
- Anderson SW, Damasio H, Tranel D, Damasio AR. *Neuropsychological correlates of bilateral frontal lobe lesions in humans*. *Soci Neurosci* 1988; 14: 1288.
- Eslinger PJ, Damasio AR. *Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation*. *Neurology* 1985; 35: 1731-41.
- Heck ET, Bryer JB. *Superior sorting and categorizing ability in a case of bilateral frontal lobe atrophy: an exception to the rule*. *J Clin Exp Neuropsychol* 1986; 8: 313-6.
- Anderson SW, Damasio H, Jones RD, Tranel D. *Wisconsin Card Sorting Test performance as a measure of frontal lobe damage*. *J Clin Exp Neuropsychol* 1991; 13: 909-22.
- Anderson CV, Bigler ED, Blatter DD. *Frontal lobe lesions, diffuse dam-*

- age, and neuropsychological functioning in traumatic brain-injured patients. *J Clin Exp Neuropsychol* 1995; 17: 900-8.
12. Damasio H, Anderson SW, Jones RD, Tranel D. Wisconsin Card Sorting Test performance as a measure of frontal lobe damage. *J Clin Exp Neuropsychol* 1991; 13: 909-22.
13. Morris RG, Downes JJ, Sahakian BJ, Evenden JL, Heald A, Robbins TW. Planning and spatial working memory in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1988; 51: 757-66.
14. Rinne JO. Other important dementias. In: Qizilbash N, Schneider LS, Chui H, Tariot P, Brodaty H, Kaye J, et al, editors. *Evidence-based Dementia Practice*. Oxford: Blackwell, 2002: 312-29.
15. Taylor AE, Saint C, Lang AE. Frontal lobe dysfunction in Parkinson's disease. The cortical focus of neostriatal outflow. *Brain* 1986; 109: 845-83.
16. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinic-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 181-4.
17. Kim HH, Na DL. Normative data on the Korean version of the Boston Naming Test. *J Clin Exp Neuropsychol* 1999; 21: 127-33.
18. Lezak MD. *Neuropsychological assessment*. 4th ed. New York: Oxford. 2004.
19. Kang YW, Na DL. *Seoul Neuropsychological Screening Battery*. Incheon: Human Brain Research & Consulting Co. 2003.
20. Brandt J. *The Hopkins Verbal Learning Test: development of a new verbal memory test with six equivalent forms*. *Clin Neuropsychol* 1991; 5: 125-42.
21. Sullivan EV, Mathalon DH, Zipursky RB, Kerstein-Tucker Z, Knight RT, Pfefferbaum A. Factors of the Wisconsin Card Sorting Test as measures of frontal-lobe function in schizophrenia and in chronic alcoholism. *Psychiatry Res* 1993; 46: 175-99.
22. Joseph JL, Suzanne C, John HG. Relation between clinical characteristics of Parkinson's disease and cognitive decline. *J Clin Exp Neuropsychol* 2003; 25: 94-109.
23. John RH. *Cognitive assessment for clinicians*. 2nd ed. New York: Oxford, 2007: 115-23.
24. Foster M, Satz P, Ganzell S, Vaclav JF. Wisconsin card sorting test performance in schizophrenias: remediation of a stubborn deficit. *Am J Psychiatry* 1992; 149: 62-7.
25. Bayles KA, Tomoeda CK, Kaszniak AW, Trosset MW. Alzheimer's disease effects on semantic memory: loss of structure or impaired processing? *J Cogn Neurosci* 1991; 3: 166-82.
26. Hermann BP, Wyler AR, Richey ET. Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with complex partial seizures of temporal lobe origin. *J Clin Exp Neuropsychol* 1988; 10: 467-76.
27. Jessica AG, John AP, Adrian MO. The role of the basal ganglia in learning, memory: neuropsychological studies. *Behav Brain Res* 2009; 199: 53-60.