Dementia and Neurocognitive Disorders
2007; 6: 12-7

한국판 노인용 기호잇기검사의 유용성: 전두엽 기능 장애의 탐지

**박재설 · 강연욱* · 이한승† · 김윤중
마효일 · 이병철**

한림대학교 성심병원 신경과
한림대학교 심리학과*
서울병원 신경과†

Usefulness of the Korean Trail Making Test for the Elderly (K-TMT-e) in Detecting the Frontal Lobe Dysfunction

Jaeseol Park, M.A., Yeonwook Kang, Ph.D.*, Hanseung Yi, M.D.†, Yun J Kim, M.D., Hyeo-Il Ma, M.D., Byung-Chul Lee, M.D.

Department of Neurology, Hallym University College of Medicine, Anyang; Department of Psychology*, Hallym University, Chuncheon; Seoul Medical Center†, Seoul, Korea

This study was conducted to determine the usefulness of the newly developed Korean Trail Making Test for the elderly (K-TMT-e) in detecting frontal lobe dysfunction. The subjects were 43 Parkinson's disease (PD) patients and 43 normal elderly (NE) volunteers. The subjects were given the K-TMT-e along with other frontal/executive tests such as Digit Span Test, Rey-Osterrieth Complex Figure Test-Copy, Contrasting Program Test, Go-No-Go Test, Controlled Oral Word Association Test, Korean-Color Word Stroop Test, and Wisconsin Card Sorting Test. As scoring variables of the K-TMT-e, "time-to-completion" and the number of errors for each part were recorded. In addition, the difference in time-to-completion between two parts (B-A) and the ratio of the time-to-completion of two parts (B/A) were computed. The PD group showed significantly longer "time-to-completion" for Part B and greater "B-A" than the NE group. However, there were no significant differences in "number of errors" of each part and "B/A" between the two groups. Partial correlation analyses, which controlled for age and education level, were conducted to examine the relationships between the K-TMT-e and other frontal lobe tests in each group. Significant correlations were found between the K-TMT-e and most frontal lobe tests in both groups. Notably, "B-A" showed significant correlations with the greatest number of frontal lobe tests in both groups. Our results showed that the K-TMT-e is sensitive enough to detect the frontal lobe dysfunction in patients with early stage PD who have not progressed to dementia. Therefore, it suggests that the K-TMT-e is a very useful and valid instrument to evaluate frontal lobe function.

Key Words: *Korean Trail Making Test for the elderly (K-TMT-e), Frontal lobe function, Parkinson's disease*

Address for correspondence

Yeonwook Kang, Ph.D.
Department of Psychology, Hallym University,
1 Okchon-dong, Chuncheon 200-702, Korea
Tel: +82.33-248-1724
Fax: +82.33-252-1373
E-mail: ykang@hallym.ac.kr

*본 연구는 보건의료기술진흥사업 연구비(A06-0004-2536)의 부분 지원에 의하여 연구되었음.

서 론

기호잇기검사(Trail making test; TMT)는 임상신경심리학 영역에서 가장 흔히 사용되는 검사의 하나로써[1] 간편하고 검사 시간이 짧지만 뇌기능을 예민하게 탐지한다는 점이 입증되어 널리 사용되어 왔다[2, 3]. TMT는 특히 치매환자를 선별하는데 매우 우수한 검사로 알려져 왔으며[4], 치매 유형을 변별할 수 있음이 증명되어 왔다[5, 6].

TMT는 두 개의 부분으로 나뉘어져 있는데 A형은 지면위에 불규칙하게 배열된 숫자들을 순서대로 찾아서 선으로 연결시키는(1-2-3-4- ...) 과제이고, B형은 숫자와 문자를 번갈아 가면서 순서대로 연결하는 과제이다(1-A-2-B- ..., 1-가-2-나- ...). A형과 B형 모두 시지각 능력(visual perceptual ability), 시각적 주사(visual scanning), 지속적인 주의집중능력 및 신속한 정신운동속도가 요구되나 특히 B형은 숫자와 문자를 교대로 번갈아 가면서 연결해야 하기 때문에 주의력 전환(shift)과 작업 기억력(working memory) 등 A형보다 복잡한 정신기능이 더 필요하다[7]. 따라서 특히 B형은 전두엽손상을 평가하는 민감한 도구로서 그 임상적 유용성이 입증되었다[8, 9].

기존의 TMT 채점방식은 Reitan[10]에 의해서 개발된 것으로 A형과 B형 모두 피검자가 검사 중 잘못된 위치에 연결하는 오류를 범하면 검사자가 즉시 이를 지적하여 피검자가 그 이전 위치로 돌아가서 그 위치에서 다시 시작하게 하는 방법으로 진행하며 시작부터 검사를 완성하기까지의 시간만을 평가하고 있다. 그러나 Ruffolo, Guilmette와 Willis[11]는 A형과 B형의 반응시간만을 점수로 사용하는 것보다 A형과 B형의 수행 차이점수(B-A)나 비율점수(B/A) 및 오류의 유형을 살펴보면 두뇌손상의 심각성에 대한 정보를 더 많이 얻을 수 있고 뇌병의 유

무를 판단하는데도 유용하다고 보고한 바 있다. Ruffolo 등[11]의 이러한 주장은 국내에서 김민경과 현명호[12]의 연구에서도 입증되었다.

한국판 TMT는 아라비아 숫자로만 구성된 A형은 Reitan에 의해서 개발된 TMT 검사용지를 그대로 사용하고 알파벳과 아라비아 숫자로 구성된 B형은 알파벳이 있던 위치에 한글(가, 나, 다, 라 ...)을 바꾸어 놓고 숫자는 그대로 둔 채로 사용하여 왔다. 그러나 이렇게 만들어진 한국판 TMT는 선의 궤적이 너무 길어서 노인들과 치매 환자들에게는 너무 어렵고, 정상 성인들조차 "가"에서 "타"까지 한글 자음의 순서를 외우지 못하여서 수행을 잘 하지 못하는 문제점을 나타내었다. 또한 원래 TMT의 A형과 B형이 선 궤적에 따른 기하학적 구조가 서로 다르고, B형 검사 자체가 A형에 비해서 시각적 탐색을 더 필요로 하도록 제작되어 있어서 B-A나 B/A를 의도한 대로 해석할 수 없는 문제점이 제기되었는데[13, 14], 이런 문제점은 Reitan이 개발한 TMT의 선 궤적을 그대로 사용하고 있는 국내판에도 동시에 적용된다. 외국에서는 알파벳을 알지 못하는 비문해자나 아동들에게 사용될 수 있도록 Color Trails Test[15]가 개발된 바 있고 국내에서도 박미선과 최진영[16]이 교육수준이 낮은 노인들에게 사용될 수 있도록 A형(1-2-3 ...), B형(△-□-△ ...) 및 C형(1-△-2-□-3-△ ...)으로 구성된 수정된 TMT를 발표한 바 있다. 그러나 이 두 검사들은 기존에 사용되어 온 TMT와는 구성을 달리하고 있어서 기존의 TMT와 동일한 검사로 인정하기에는 다소 무리가 있다.

최근에 이한승[17]은 오랜 시간 검사에 임할 수 없고 학력이 낮은 노인들에게 용이하게 실시할 수 있도록 단축형 기호잇기 검사인 한국판 노인용 기호잇기검사(Korean-Trail Making Test for the Elderly; K-TMT-e)를 개발하였다. K-TMT-e에서는 A형과 B형 모두 자극의 개수를 25개에서 15개로 줄였고 B형에서 순서를 외우기 어려운 한글(가, 나, 다 ...) 대신 노인들도 쉽게 외우고 있는 요일명(월, 화, 수 ...)을 사용하였으며, A형과 B형에서 모두 정답선의 궤적을 나선형이 되도록 구성하여 검사 수행 중에 시각적 간섭이 줄어들게 하였고 A와 B형 정답선의 전체 길이를 거의 비슷하도록 만들어서 A형과 B형의 구조가 다름으로 나타나는 오차를 최소화하였다. 따라서 B-A와 B/A 지표를 전두엽 기능 손상만을 반영한다고 해석할 수 있게 하였다. 이한승[17]은 이렇게 만들어진 K-TMT-e를 정상노인, 알쯔하이머형 치매 및 혈관성 치매 집단에게 실시하여 K-TMT-e가 치매 탐지에 매우 유용한 검사임을 확인하였고 TMT의 지표들 중 B형 수행시간과 B-A가 유용한 지표임을 보고하였다.

K-TMT-e가 이한승[17]의 연구를 통해 치매를 잘 탐지한다는 사실은 밝혀졌지만, 실제로 K-TMT-e가 기존에 널리 사용되어 온 TMT 만큼 전두엽의 기능장애를 잘 탐지할 수 있는지는 아직 확인된 바 없다. 본 연구는 임상에서 K-TMT-e를 환자집단에 실제 사용하기에 앞서서 병의 초기부터 전두엽 장애를 지닌다고 밝혀진[18-20] 파킨슨병 환자들을 대상으로 전두엽 기능 검사로서의 K-TMT-e의 타당도를 검증하고 K-TMT-e의 각 채점지표들 중에서 어떤 지표가 전두엽의 기능수준을 가장 잘 반영하는지를 확인할 목적으로 수행되었다.

대상과 방법

1. 연구대상

파킨슨병 환자 43명(남자 26명, 여자 17명)과 정상노인 43명(남자 21명, 여자 22명)이 연구에 참여하였다. 파킨슨병 환자는 신경과 전문의의 임상적인 소견에 근거하여 "파킨슨병"으로 진단받은 환자들로 파킨슨병의 주요 증상인 resting tremor, rigidity, bradykinesia 및 postual instability 중에서 2가지 이상의 증상을 보였고 본원 신경과에서 정기적인 진료를 받으면서 Levodopa의 효과가 입증된 환자들이었다. 이들은 Hoehn and Yahr grades[21]로 질환의 정도를 평가한 결과 파킨슨병의 초기(M=2.1, SD=.79)에 해당하였고 Clinical Dementia Rating (CDR) Scale[22] 점수가 0.5 이하로서 인지기능이 매우 경한 수준으로 저하되어 있는 환자들이었다. 파킨슨병 환자집단과 정상 노인집단은 나이, 성별 및 교육년수에 있어 차이가 없었고(Table 1), 전반적인 인지수준을 평가한 K-MMSE[23]점수에 있어서도 두 집단간에 유의한 차이가 없었다.

2. 측정도구

1) K-TMT-e

피검자에게 A형의 연습문제를 먼저 보여주고, 검사 방법을 설명해준 후 피검자가 연습문제를 오류 없이 시행하면 A형 문제를 보여주고 과제를 완성하는데 걸리는 시간을 측정하였다. 그 다음으로 B형의 연습문제를 제시하고 환자가 방법이 충분히 이해가 될 때까지 방법을 설명한 뒤에 연습문제를 수행하게 하였다. 그 뒤 B형 과제를 주고 완성하는데 걸리는 시간을 측정하였다. 환자가 검사 수행 도중 오류를 보이면 검사자가 즉시 틀린 부분을 지적하고 오류 직전의 위치로 되돌아가서 다시 시작하도록 하였다. 이한승[17]은 A형과 B형 모두 수행시간이 300초를 초과하면 "300초"로 쓰고 검사를 중단하도록 제안하였으나 본 연구에서 300초를 초과한 피검자는 없었다.

Table 1. Demographic data of Parkinson's disease patients and normal elderly

	Parkinson's disease patients (N=43)	Normal elderly (N=43)	Statistics
Age (years)	67.67 (6.70)	68.79 (6.08)	t=-.81
Education (years)	8.78 (4.66)	7.79 (4.06)	t=1.05
Sex (male/female)	26/17	21/22	χ^2=1.27
K-MMSE	26.60 (2.11)	27.40 (1.89)	t=-1.83

K-TMT-e의 A형과 B형을 각각 완성하는데 걸리는 시간, B형 완성시간에서 A형 완성 시간을 뺀 B-A, B형 완성시간을 A형 완성시간으로 나눈 B/A와 A와 B형 각각의 오류수를 채점지표로 사용하였다. A형 완성시간은 정신운동속도(psychomotor speed)와 시각적 주사(visual scanning)에 대한 기저수준을 제공해 주며 B-A와 B/A는 이러한 운동속도와 시각적 주사속도를 통제하였을 때 B형으로 평가되는 기능에 대한 정보를 제공한다. 즉 순차적으로 숫자와 글자들 사이를 전환하는데 필요한 부가적인 인지통제능력인 "집행통제(executive control)"를 반영하는 것으로 사료된다. 따라서 A형 완성시간에 비해서 B형 완성시간이 상대적으로 너무 느리다면 두 개의 인지 세트(mental-set)를 동시에 유지하면서 둘 사이를 교대로 전환(switch)하는 능력의 손상을 의미하며[24] 일반적인 전두엽 기능 장애를 나타낸다[25].

2) 전두엽 기능 검사

대상자들에게 K-TMT-e뿐만 아니라 전두엽 기능을 평가하는 Digit Span Test의 바로 따라 외우기와 거꾸로 따라 외우기, Rey-Osterrieth Complex Figure (RCF)의 Copy 시행, Contrasting Program Test, Go-No-Go Test, Controlled Oral Word Association Test (COWAT), Korean-Color Word Stroop Test (K-CWST) 및 Wisconsin Card Sorting Test (WCST)를 함께 실시하였다.

3. 자료 분석

본 연구의 모든 자료 분석은 SPSS WIN 11.5 프로그램을 사용하여 수행되었다. 파킨슨병 환자집단과 정상노인 집단간의 차이를 알아보기 위하여 t-검증을 실시하였다. 또한 K-TMT-e의 지표들과 다른 전두엽 기능 검사들과의 관계를 알아보기 위하여 나이와 교육년수를 통제한 부분상관분석을 실시하였다.

결 과

1. 파킨슨병 집단과 정상 노인집단의 K-TMT-e와 전두엽 검사 수행 비교

파킨슨병 환자 집단과 정상 노인집단의 K-TMT-e 및 전두엽 검사들에 대한 수행 수준은 Table 2에 제시되어 있다. A형 완성시간($t_{(84)}=2.43$, $t<.01$), B형 완성시간($t_{(84)}=2.64$, $t<.01$) 및 B-A ($t_{(84)}=2.03$, $t<.05$)에서 파킨슨병 집단이 정상노인 집단에 비해서 더 저하된 수행을 나타내었다. 반면 B/A ($t_{(84)}=.64$, ns)와 각 시행에서의 오류 수(A형 오류: $t_{(84)}=1.18$, ns; B형 오류: $t_{(84)}=1.16$, ns)에서는 두 집단 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

전두엽 기능 검사들 중 Go-No-Go 검사, 범주(동물과 가게물건)와 음소유창성 검사, K-CWST의 색깔읽기(정반응수)에서 정상노인에 비해 파킨슨병 환자들이 유의미하게 저하된 수행을 나타내었다. 또한 파킨슨병 환자들이 WCST에서 오반응 및 보속 오반응을 정상노인에 비해서 더 많이 나타내었고, 개념 수준 반응은 적었다.

2. K-TMT-e 채점지표들과 전두엽 검사들과의 상관

각 집단별로 나이와 교육년수를 통제한 후 부분상관분석을 실시하였다(Table 3, 4). 정상노인집단의 경우, A형 완성시간은 전두엽 검사들과는 아무런 관련성을 보이지 않았다. 반면 B형 완성 시간은 Go-No-Go 검사 및 가게 범주를 제외한 COWAT와는 부적상관을, K-CWST의 색깔읽기 오반응수와는 정적상관을 보였다. A형에서 나타난 오류수는 WCST의 비보속 오류수

Table 2. Group means (SD) and comparisons between Parkinson's disease patients and normal elderly on the K-TMT-e and other frontal lobe tests

	Parkinson's disease patients (N=43)	Normal elderly (N=43)	t
K-TMT-e			
Part A (sec)	34.44 (24.55)	24.63 (9.88)	2.43†
Part B (sec)	85.88 (53.60)	60.19 (34.60)	2.64†
Number of error on part A	0.12 (0.32)	0.05 (0.21)	1.18
Number of error on part B	1.42 (1.43)	1.09 (1.15)	1.16
B-A	51.44 (40.71)	35.56 (31.29)	2.03*
B/A	2.72 (1.42)	2.54 (1.13)	.64
Digit span			
Forward	5.37 (1.38)	5.58 (1.20)	-0.75
Backward	3.42 (0.82)	3.56 (0.80)	-0.80
RCFT-Copy	29.88 (5.65)	31.64 (4.34)	-1.62
Contrasting Program	19.60 (1.73)	19.91 (0.37)	-1.12
Go-No-Go	17.09 (4.39)	18.63 (2.99)	-1.90*
COWAT			
Animal	14.26 (3.93)	15.70 (3.71)	-1.75*
Supermarket	14.05 (4.58)	17.30 (5.45)	-3.00‡
Phonemic	20.12 (10.88)	25.93 (9.32)	-2.65‡
K-CWST			
Word reading			
Number of correct response	107.42 (15.02)	109.07 (8.17)	-0.63
Number of error	0.70 (1.50)	0.28 (0.77)	1.63
Response time (sec)	88.30 (20.20)	83.77(21.09)	1.02
Color reading			
Number of correct response	74.93 (23.07)	84.60 (22.53)	-1.97*
Number of error	3.35 (5.59)	2.09 (3.52)	1.25
WCST			
Total correct	33.26 (12.59)	37.50 (11.59)	-1.61
Perseverative errors	19.57 (12.49)	15.00 (10.63)	1.81*
Nonperseverative errors	11.17 (8.10)	10.33 (4.72)	0.58
Conceptual level responses	24.57 (16.64)	30.60 (15.07)	-1.74*
Categories completed	1.64 (1.56)	1.98 (1.30)	-1.07
Trials to complete 1st category	34.86 (24.10)	27.21 (21.27)	1.54
Failure to maintain set	0.48 (0.74)	0.60 (0.77)	-0.72

*$p<.05$, †$p<.01$, ‡$p<.001$.

Table 3. Partial correlation coefficients between K-TMT-e indices and frontal lobe tests in normal elderly

	Part A (sec)	Part B (sec)	Number of error on part A	Number of error on part B	B-A	B/A
Digit span						
Forward	-0.10	0.05	0.25	0.03	0.08	0.12
Backward	0.05	-0.29	0.27	-0.17	**-0.32***	**-0.34***
RCFT copy	-0.14	-0.28	0.26	0.02	-0.26	-0.23
Contrasting Program	0.24	0.03	0.05	0.14	-0.03	-0.16
Go-No-Go	-0.16	**-0.48†**	0.07	-0.01	**-0.47†**	-0.33*
COWAT						
Animal	-0.12	**-0.37***	0.00	-0.02	**-0.36***	-0.18
Supermarket	0.14	-0.17	-0.07	-0.15	-0.22	-0.30
Phonemic	-0.24	**-0.37***	0.19	-0.13	**-0.32***	-0.11
K-CWST						
Word reading						
Number of correct response	-0.13	-0.31	0.10	-0.05	-0.29	-0.09
Number of error	0.14	0.06	-0.01	-0.16	0.03	-0.07
Response time (sec)	0.17	0.23	-0.12	-0.08	0.20	0.11
Color reading						
Number of correct response	-0.13	-0.30	0.08	-0.14	-0.29	-0.21
Number of error	0.25	**0.52†**	-0.06	0.10	**0.49†**	**0.39***
WCST						
Total correct	-0.03	-0.03	-0.17	0.06	-0.02	0.03
Perseverative errors	-0.02	0.15	0.09	0.01	0.15	0.11
Nonperseverative errors	0.03	-0.08	**0.33***	0.03	-0.10	-0.05
Conceptual level responses	0.00	-0.02	-0.17	0.05	-0.01	0.03
Categories completed	-0.04	-0.18	-0.28	-0.03	-0.16	-0.08
Trials to complete 1st category	0.09	0.09	0.08	-0.09	0.07	-0.01
Failure to maintain set	0.04	0.29	-0.05	0.14	0.29	0.14

*p<.05, †p<0.01, ‡p<.001.

와 정적 상관을 보였으나 B형에서의 오류수는 전두엽 검사들과는 아무런 관련성을 보이지 않았다. B-A지표는 B형 완성시간과 상관관계를 나타낸 모든 전두엽 검사들과 유사한 양상의 상관관계를 나타내었으나 여기에 더해서 작업기억의 중요한 척도로 인정되고 있는 Digit Span Test: Backward와 부적 상관을 나타내었다. 한편 B/A는 대부분의 전두엽 검사들에서 B-A와 같은 양상의 상관관계를 나타내었으나 B-A와는 달리 COWAT와는 아무런 상관관계를 나타내지 않았다.

파킨슨병 환자집단의 경우에서도 정상노인집단에서의 결과와 유사한 K-TMT-e와 전두엽 검사들의 상관관계가 발견되었다. 정상 노인집단과는 달리 파킨슨병 집단에서는 A형 완성시간이 RCFT의 copy 점수 및 K-CWST의 글씨읽기 정반응수와 같은 전두엽 검사들과도 상관이 있는 것으로 밝혀졌고, 특히 RCFT의 copy는 B형 완성시간 및 B-A와도 유의한 상관을 나타냈다. A형에서 관찰된 오류수는 전두엽 검사들과 전혀 관련성을 보이지 않았으나 B형에서 관찰된 오류수는 Contrasting program 및 WCST의 지표들과 유의한 상관을 나타내었다. B-A는 정상노인집단에서와 같이 RCFT의 copy, COWAT (음소 유창성), K-CWST, WCST 등의 다양한 전두엽 검사들과 유의한 상관을 나타내었고 B/A도 B-A와 유사하게 전두엽 검사들과 유의한 상관을 나타내었으나 정상 노인집단에서의 결과와 마찬가지로 COWAT와는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

요약하면, 정상 노인집단과 파킨슨병 환자 집단 모두에서 B형 완성시간과 B-A가 전두엽 검사들과의 가장 많은 상관을 지닌 것으로 밝혀졌고 그 다음으로 B/A 지표도 전두엽 검사들과 상관이 있음이 발견되었다.

고 찰

본 연구는 기존의 TMT가 가지고 있던 문제점을 보안하여 노인들이나 아동들에게 쉽게 사용될 수 있도록 새로이 만들어진 K-TMT-e를 전두엽 장애를 지니고 있는 초기 파킨슨병 환자들에게 실시하고 K-TMT-e가 전두엽 기능 저하를 신뢰롭게 탐지할 수 있는지를 확인하고자 수행되었다.

K-MMSE로 평가한 전반적인 인지적 수준이 정상노인 집단과 차이가 없음에도 불구하고 파킨슨병 환자들은 정상노인에 비해서 본 연구에서 사용된 대부분의 전두엽 검사들에서 유의하게 저하된 수행을 보였다. 즉, 인지 세트를 형성하고 변화시키는 능력, 자동적인 반응을 억제하고 상황에 적절한 새로운 반응을 하는 능력, 자발적으로 생각을 만들어 내는 능력 등을 평가하는 검사들에서 어려움을 보였다. 이러한 결과는 선행 연구들[19, 20]

Table 4. Partial correlations coefficients between K-TMT-e indices and frontal lobe tests in Parkinson' disease patients

	Part A (sec)	Part B (sec)	Number of error on part A	Number of error on part B	B-A	B/A
Digit span						
Forward	0.16	-0.06	-0.04	-0.18	-0.16	-0.29
Backward	0.04	-0.14	0.14	-0.21	-0.20	-0.22
RCFT copy	-0.42†	-0.46†	-0.08	-0.11	-0.35*	-0.12
Contrasting Program	0.04	-0.21	0.05	-0.45†	-0.28	-0.39*
Go -No-Go	-0.06	-0.13	0.00	-0.04	-0.13	-0.16
COWAT						
Animal	0.21	-0.05	0.14	-0.24	-0.17	-0.27
Supermarket	0.08	0.03	0.00	0.11	-0.01	-0.04
Phonemic	-0.20	-0.41†	-0.08	-0.30	-0.40*	-0.27
K-CWST						
Word reading						
Number of correct response	-0.58‡	-0.44†	-0.22	0.19	-0.23	0.03
Number of error	0.06	0.29	-0.13	0.22	0.33*	0.25
Response time (sec)	0.26	0.48†	0.14	0.17	0.45†	0.26
Color reading						
Number of correct response	-0.04	-0.36*	-0.19	-0.27	-0.43†	-0.36*
Number of error	-0.11	0.28	-0.11	0.25	0.40†	0.43†
WCST						
Total correct	0.09	-0.06	0.01	-0.37*	-0.13	-0.22
Perseverative errors	-0.09	0.00	-0.01	0.22	0.05	0.10
Nonperseverative errors	-0.01	0.10	0.00	0.28	0.14	0.21
Conceptual level responses	0.09	-0.06	0.01	-0.33*	-0.13	-0.20
Categories completed	0.00	-0.29	-0.04	-0.49†	-0.38*	-0.34*
Trials to complete 1st category	-0.06	0.20	-0.01	0.50†	0.30	0.32*
Failure to maintain set	0.23	0.54‡	0.14	0.33*	0.56‡	0.30

*p<.05, †p<0.01, ‡p<.001.

에서 보고된 바와 같이 본 연구에 참여한 환자들이 비교적 파킨슨병의 초기 단계에 있음에도 불구하고 이미 전두엽의 기능이 저하되어 있음을 시사한다.

또한 정상노인에 비해서 파킨슨병 환자들이 K-TMT-e의 A형과 B형을 완성하는데 더 오랜 시간이 걸린다는 사실이 발견되었다. 이 결과는 파킨슨병 환자들의 운동장애(bradykinesia)나 정신운동 속도의 저하로 인한 결과라고 추정할 수도 있으나 검사를 완성하는데 필요한 운동속도와 시각적 주사속도(visual scanning speed)를 통제한 B-A지표에서도 정상노인과 파킨슨병 환자들 사이에서 유의한 차이가 발견된 것은 B형 검사를 수행하는데 필요한 상위의 인지기능, 즉 전두엽 기능이 정상노인들보다 파킨슨병 환자들에게 저하되어 있음을 시사한다.

K-TMT-e의 지표들은 대부분의 전두엽 검사들과 유의미한 상관을 나타내었는데 특히 B형 과제가 전두엽 기능 중에서도 인지적 세트의 전환과 자발적인 융통성 및 주의 통제 기능에 관여하는 검사들과 관련성을 보였고, B형에서 보이는 오류는 상황에 적절한 인지적 세트를 형성하고 유지하는 능력을 평가하는 검사들과 관련성을 나타내었다. 따라서 전두엽 기능 장애를 지닌 파킨슨병 환자들이 K-TMT-e 수행 시 정상 노인들 보다 유의하게 저하된 수행을 나타내었고, K-TMT-e 채점 지표들이 전두엽 지표들과 유의미한 상관이 있다는 사실은 K-TMT-e가 전두엽 기능 장애를 탐지하는데 타당한 검사임을 시사한다.

또한 본 연구의 결과는 K-TMT-e의 B형이 전두엽의 기능을 평가하는 중요한 지표가 될 수 있다는 것을 보여준다. Crowe[7]는 B형에서는 숫자와 문자를 번갈아 연결해야 하기 때문에 전두엽의 기능 중에서도 주의전환능력과 같은 인지적 융통성이 필요하다고 주장하였고, Kortte 등[27]도 TMT의 B형이 인지 세트를 유지하는 능력(WCST의 "세트유지실패"변인으로 조작적으로 정의함)보다는 인지적 융통성(WCST의 "보속오류 퍼센트"로 조작적으로 정의함)에 더 민감하다고 주장하였다. 그러나 본 연구에서 B형 완성시간과 B-A는 정상노인집단이나 파킨슨병 환자 집단 모두에서 WCST의 보속 반응 지표와는 아무런 상관을 나타내지 않았고, 파킨슨병 환자집단에서는 오히려 부적절한 반응을 억제하고(K-CWST) 인지적 세트를 유지하는("세트유지실패") 전두엽의 다른 능력과 유의한 상관을 나타내었다. 한편, B/A 지표는 일부 전두엽 검사들과 상관관계를 지니고 있는 것으로 밝혀졌지만 B-A와는 달리 정상노인과 파킨슨병 환자를 변별해내지는 못하였다. Corrigan과 Hinkeldey[26]는 B/A가 전반적인 속도의 저하(general slowing)나 연령과 학력 등의 영향을 덜 받는 좋은 지표라고 보고하였으나 본 연구에서는 B-A가 B/A보다 전두엽 장애의 탐지에 더 예민한 지표인 것으로 밝혀졌고 이런 결과는 이한승[17]의 연구와 김민경과 현명호[12]

의 연구에서 B/A지표보다 B-A지표가 두뇌 손상에 더 민감하다고 밝혀진 것과 일관된 결과이다.

본 연구의 결과를 종합하여 볼 때 새로 개발된 K-TMT-e가 기존에 사용되어 왔던 TMT와 마찬가지로 전두엽의 기능을 평가하고 있음은 의심할 여지가 없으나 전두엽의 다양한 인지기능 중에서도 어떤 기능이 이 검사에 관여되고 있는지, 전두엽의 어느 영역이 이 검사로 평가되고 있는지 알기 위해서는 보다 정교하고 체계적인 후속연구가 필요할 것으로 보인다. 끝으로 본 연구의 제한점으로는 본 연구에서 전두엽의 기능장애를 지닌 환자 집단이 국소적인 전두엽 손상을 지닌 다양한 환자들을 포함하지 못하고 파킨슨병 환자들로만 구성되었다는 점과 본 연구에 참여한 파킨슨병 환자들이 TMT 수행과 관련된 인지기능에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하고 있는지에 관한 정확한 약물정보가 조사되지 못하였다는 점을 들 수 있겠다.

참고문헌

1. Rabin LA, Barr WB, Burton LA. *Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada: a survey of INS, NAN, and APA Division 40 members. Arch Clin Neuropsycho 2005; 20: 33-65.*
2. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological assessment fourth ed. New York: Oxford University Press 2004; 371-4.*
3. Spreen O, Struss E. *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms and commentary 2nd ed. New York: Oxford University Press 1998.*
4. Heun R, Papassotifopoulos A, Jennssen F. *The validity of psychometric instruments for detection of dementia in the elderly general population, Int J Geriatr Psychiatry 1998; 13: 368-80.*
5. Kraybill ML, Larson EB, Tsuang DW, Teri L, McCormick WC, Bowen JD, *et al. Cognitive differences in dementia patients with autopsy-verified AD, Lewy body pathology, or both. Neurology 2005; 28: 2069-73.*
6. Walker AJ, Meares S, Sachdev PS, Brodaty H. *The differentiation of mild frontotemporal dementia from Alzheimer's disease and healthy aging by neuropsychological tests. Int Psychogeriatr 2005; 17: 57-68.*
7. Crowe SF. *The differential contribution of mental tracking, cognitive flexibility, visual search, and motor speed to performance on part A and B of the Trail Making Test. J Clin Psychol 1998; 54: 585-91.*
8. Anderson CV, Bigler ED, Blatter DD. *Frontal lobe lesion, diffuse damage, and neuropsychological functioning in Traumatic Brain-Injured patients. J Clin Exp Neuropsychol 1995; 17: 900-3.*
9. Stuss DT, Bisschop SM, Alexander MP, Levine B, Katz D, Izukawa D. *The Trail Making Tests: A study in focal lesion patients. Psychol Assess 2001; 13: 230-9.*
10. Reitan RM. *The validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. Percept Mot Skills 1958; 8: 271-6.*
11. Ruffolo LF, Guilmette TJ, Willis WG. *Comparison of time and error rates on the Trail Making Test among patients with head injuries, experimental malingerers, patients with suspect effect on testing, and normal controls. Clin Neuropsychol 2000; 14: 223-30.*
12. Kim M, Hyun M. *Relationships between Trail Making Test (A, B, B-A, B/A) scores and age, education, comparison of performance head injury patient and psychiatric patient. Korean J Clin Psychol 2004; 23: 353-66.*
13. Gaudino EA, Geisler MW, Squires NK. *Construct validity in the trail making test: what makes part B harder? J Clin Exp Neuropsychol 1995; 17: 529-35.*
14. Vickers D, Vincent N, Medvedev A. *The geometric structure, construction, and interpretation of path- following (trail- making) tests. J Clin Psychol 1996; 52: 651-61.*
15. D'Elia LF, Satz P, Uchiyama CL, White T. *Colour Trails Test Professional Manual. Psychological Assessment Resources, Odessa, FL. 1996.*
16. Park M, Chey J. *A normative study of the Modified Trail Making Test for elderly korean people korean. J Clin Psychol 2003; 22: 247-59.*
17. 이한승. 한국판 노인형 기호잇기검사의 개발과 타당도 연구. 성균관대학교 일반대학원 석사학위 청구논문 2006.
18. Taylor AE, Saint-Cyr JA, Lang AE. *Frontal lobe dysfunction in Parkinson's disease. Brain 1986; 109: 845-83.*
19. Owen AM, James M, Leigh PM, Summers BA, Marsden CD, Quinn NP, *et al. Fronto-striatal cognitive deficits at different stages of Parkinson's disease. Brain 1992; 115: 1727-51.*
20. Cools R, Barker RA, Sahakian BJ, Robbins TW. *Mechanisms of cognitive set flexibility in Parkinson's disease. Brain 2001; 124: 2503-12.*
21. Hoehn MM, Yahr MD. *Parkinsonism: Onset, Progression and Mortality, Neurology 1967; 17: 427-80.*
22. Choi SH, Na DL, Lee BH, Hahm DS, Jeong JH, Yoon SJ, *et al. "Estimating the Validity of the Korean Version of Expanded Clinical Dementia Rating (CDR) Scale". J Korean Neurol Assoc 2001; 19: 585-91.*
23. Kang YW, Na DL. *Seoul Neuropsychological Screening Battery Professional Manual. Human Brain Research and Consulting Co 2003.*
24. Golden C. *A standardized version of Luria's neuropsychological tests. In F. Filskow & T. Boll (Eds.) Handbook of Clinical Neuropsychology. New York; Wiley-Interscience 1981.*
25. Amieva H, Sylviane L, Auriacombe S, Rainville C, Orgogozo J, Dartigues J, *et al. Analysis of error types in the Trail Making Test evidences an inhibitory deficit in dementia of the Alzheimer type. J Clin Exp Neuropsychol 1998; 20: 280-5.*
26. Corrigan JD, Hinkeldey NS. *Relationships between Part A and B of the Trail Making Test. J Clin Psychol 1987; 43: 402-8.*
27. Kortte KB, Honer MD, Windham WK. *The trail making test, part B: Cognitive flexibility or ability to maintain set? Appl Neuropsychol 2002; 9: 106-9.*