

원본 기호잇기검사와 두 가지 한국판 기호잇기검사의 비교

김현정* · 백민재* · 장영희†
장일미† · 류희진‡ · 김민영‡
한설희‡ · 김상윤§

분당서울대학교병원 뇌신경센터*,
분당서울대학교병원 신경과†,
건국대학교병원 신경과‡,
분당서울대학교병원 신경과 · 서울대학교
의과대학 신경과§

Received: May 16, 2011
Revision received: September 20, 2011
Accepted: September 20, 2011

Address for correspondence

SangYun Kim, M.D.
Clinical Neuroscience Center, Seoul National
University Bundang Hospital, 300 Gumi-dong,
Bundang-gu, Seoungnam 463-707, Korea
Tel: +82-31-787-7462
Fax: +82-31-719-6815
E-mail: neuroksy@snu.ac.kr

*본 연구는 2009년 대한치매학회 예자이학
술상의 연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

Comparison between the Original Version of Trail Making Test with Two Korean-Trail Making Tests

Hyun Jung Kim, M.A., Min Jae Baek, M.S., YoungHee Chang, M.D., Il Mi Jang, M.D.,
Hui Jin Ryu, M.A.†, Minyoung Kim, M.A.†, Seol-Heui Han, M.D.†, SangYun Kim, M.D.*

Clinical Neuroscience Center, Seoul National University Bundang Hospital, Department of Neurology*, Seoul
National University College of Medicine, Department of Neurology†, Konkuk University Medical Center, Seoul, Korea

Background: The Trail Making Test (TMT) is commonly used as a neuropsychological test in clinical practice. However, the B form of original TMT (TMT-OR-B) is limited to use in other countries because it is made up with English alphabets. Therefore, in this study, two versions of Korean TMT (TMT-K: TMT-Korean Letter-B and TMT-Korean Consonant-B) and TMT-OR-B were used to examine the cognitive function for the elderly people in Korea. The purpose of this study was to find which version of three TMT was more sensitive to discriminate the group of patients with cognitive impairment in Korea and to judge whether the TMT-K was necessary. **Methods:** Total 115 participants (subjective memory impairment: SMI; mild cognitive impairment: MCI; early stage of Alzheimer's disease: EAD) were tested in two versions of TMT-K and the TMT-OR-B. To analyze the sensitivity of these tests, we drew the receiver operating characteristics (ROC) curve and estimated area under the curve (AUC). **Results:** In the TMT-KL-B, it discriminated significantly between MCI and EAD (AUC = 0.863) and SMI and EAD (AUC = 0.917). In the TMT-OR-B, the sensitivity is relatively high in distinguishing among three groups (the AUC of SMI and MCI: 0.784; the AUC of MCI and EAD: 0.722; the AUC of SMI and EAD: 0.945). **Conclusions:** Consequently, the TMT-OR-B is useful for examining cognitive dysfunction of old people in Korea. However, the TMT-OR-B is more appropriate for the high-educated rather than the low-educated to differentiate normal cognitive aging from MCI or EAD.

Key Words: Trail Making Test, Mild Cognitive Impairment, Alzheimer's disease

서 론

원본 기호잇기검사 (Original version of trail making test, TMT-OR)는 신경심리학 임상분야에서 흔하게 사용되는 검사 도구로[1], 시행이 간편하고 검사 시간이 짧는데 비해서 뇌기능을 비교적 잘 탐지하여[2, 3, 4] 치매환자를 선별하고 치매 유형을 변별하는 데 많은 도움이 된다[5, 6, 7]. TMT는 두 가지 방법으로 평가를 하는데, 첫 번째로는 지면 위에 무작위로 배열된 1부터 25까지의 숫자들을 순서대로 연결시키는 A형(1→2→3...)이 있고, 두 번째 방법은 숫자(1부터 13)와 문자(A부터 L)를 번갈아 가면서 순서대로 연결하는 B형(1→A→2→B...)이 있다. 특히, A형 보다 더 복잡한 기능이 필요한 B형은, 전두엽 손상을 평가하는데 민감한 도구로써 그 임상적 유용성이 입증되었다[9, 10].

이러한 이유로 국내에서도 한국판 TMT (Korean version of trail

making test, TMT-K)를 만들어 사용하려는 시도가 많이 있었다. 최초의 TMT-K에서 A형은 TMT-OR 검사용지를 그대로 사용하고, 알파벳과 숫자로 구성된 B형은 알파벳을 한글(가, 나, 다...)로 바꾸고 숫자는 그대로 둔 채 사용하였다[11]. 그러나 이렇게 만들어진 TMT-K는 정상 성인들조차 “가”에서 “타”까지 한글 순서를 외우지 못하여 수행이 저조한 문제점을 나타냈다[11]. 따라서 오랜 시간 검사에 임할 수 없고 학력이 낮은 노인들에게 용이하게 실시할 수 있도록 단축형 TMT인 Korean-Trail Making Test for the Elderly (K-TMT-e)가 개발되었다[12]. 그러나 K-TMT-e가 너무 간단하여 정상인은 물론 경도인지장애(mild cognitive impairment, MCI) 환자도 너무 쉽게 수행하고 그 수행의 차이가 없어 점차 늘어나는 MCI 환자를 변별하기 어려웠다[12]. 또한 K-TMT-e의 B형에서 한글 대신에 요일 명을 사용함으로써 검사 자극은 간단히 하였으나, 치매환자가 흔히 보이는 지남력 저하의 영향을 배제할 수 없고 TMT-OR의 궤적과 구성의 차

이가 커 동일한 검사로 생각하기에는 어렵다. 이 외에도 문맹이나 아동을 대상으로 읽기 영향을 최소화할 수 있도록 글자 대신 그림(△, □)으로 대체하여 수정한 수정된 TMT가 발표된 바 있지만[13], 이 검사 역시 기존에 사용되어온 TMT와 구성 자체가 달라 TMT-OR과 동일한 검사로 인정하기는 무리가 있다[13]. 이렇게 원본 TMT B형(B form of original version of trail making test, TMT-OR-B)에서 알파벳을 다양한 방식으로 대체하여 TMT-K를 개발하려는 시도는 많이 있었으나, 대표적인 TMT-K 없이 다양한 형태의 연구만 이루어지고 그 기준자료가 부족하여[14], 유용한 검사도구인 TMT가 실제 임상에서는 잘 활용되고 있지 못하다.

따라서 본 연구에서는 국내 교육 수준이 많이 높아졌고 60세 이상 노인 중 초졸 이상의 학력이면 간단한 알파벳 정도는 읽을 수 있으며, 또 초졸 이하라 하더라도 영어에 많이 노출될 수밖에 없는 현대 생활에 알파벳 정도는 읽을 수 있을 것으로 가정하여, 한국어를 모국어로 하는 노인들을 대상으로 TMT-OR을 그대로 시행하기로 하였다. 만일 한국 노인에게 시행한 TMT-OR의 시행 가능비율이 TMT-K의 시행 가능비율과 비교하여 현저히 낮지 않고 환자에게 시행하였을 때 인지기능이 저하될수록 완성시간이 길어지는 양상[15]을 보이고 환자군 간의 차이가 통계적으로 유의하여 환자군을 잘 변별한다면 TMT-K의 개발 없이 TMT-OR을 그대로 한국 노인들에게도 적용할 수 있을 것이다. 그러나 시행한 TMT-OR의 시행 가능비율이 TMT-K의 시행 가능비율과 비교하여 현저히 낮고 환자에게 시행하였을 때 인지기능이 저하될수록 완성시간의 차이가 없다면 TMT-OR을 한국 노인들에게 적용하지 못하므로 TMT-K 개발 필요성이 커지고 한국 노인들에게 적합한 형태의 TMT를 개발해야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 TMT-OR-B를 수정하지 않고 원본 그대로 한국 노인들에게 적용하여 그 결과와 TMT-OR-B의 알파벳을 한국어로 수정하여 시행한 결과를 비교하여 TMT-OR의 활용 가능성과 TMT-K 개발의 필요성을 알아보고자 하였다. 그리고 본 연구에서는 전두엽 집행기능(frontal executive function)이 알츠하이머병 진단 전부터 기억과 관련한 뇌 구조에 영향을 미친다는 연구[16]와 초기 알츠하이머병에서 전두엽 집행기능 저하가 기억력 저하와 함께 나타난다는 연구[17] 결과에 근거하여 알츠하이머병 환자군을 포함 시키기로 하였다.

대상과 방법

1. 대상

본 연구는 2009년 11월부터 2011년 1월까지 분당서울대학교병원 뇌신경센터와 건국대학교병원 신경과에 내원한 만 45-85세의 연령

범위 내의 환자 중 연구 참여에 동의한 환자를 대상으로 하였고, 무학문맹 참가자를 포함하여 총 137명이 참여하였고 그 중 115명만이 주어진 TMT를 완성하였다. 그리고 Clinical Dementia Rating (CDR) [17]과 Global Deterioration Scale (GDS) [18]를 평가하여 환자의 인지 기능 손상 단계를 선별하였고 이를 바탕으로 환자군을 분류하였다.

환자군은 주관적기억장애(subjective memory impairment, SMI) 34명, 경도인지장애(mild cognitive impairment, MCI) 55명 그리고 초기 알츠하이머병(early stage of Alzheimer's Disease, EAD) 26명으로 나누었다. 주관적기억장애 군은 스스로 기억력 저하를 호소하지만, 신경심리검사 상 전반적인 인지기능이 정상인 표준 집단의 수행과 비교하여 16% (퍼센타일) 이상의 수행을 보이고, CDR 0.5 이면서 GDS 2에 해당하는 환자를 대상으로 하였다. 그리고 이들은 모두 과거 치매나 인지장애의 진단을 받은 일이 없었고, 신경과 전문의의 문진 상 인지기능의 장애를 초래할 만한 다른 원인 질환이 없고 일상 생활 수행 능력에 문제가 없는 것으로 확인된 환자만 포함시켰다[20]. 경도인지장애 군은 신경심리검사 상 한가지 영역 이상의 인지기능이 저하되었지만 일상 생활 수행에는 문제가 없고[21], CDR 0.5 이면서 GDS 3인 환자를 대상으로 하였다. 그리고 National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke-the Alzheimer's Disease and Related Disorders Association (NINCDS-ADRDA) [22] 진단 기준으로 "probable AD" 중 CDR 0.5 이면서 GDS 4에 해당하는 환자를 초기 알츠하이머병 군에 포함 시켰다(Table 1).

2. 검사도구

1) Trail Making Test

본 연구에서는 TMT-OR 기존 용지 크기인 216×276 mm (letter size)를 사용하고 그 궤적도 기존의 궤적과 같이 구성되었고, 기존의 지시와 같게 하였다[23]. TMT-K는 두 가지로 구성하였는데, TMT-OR-B의 알파벳을 한글 '가, 나, 다, ...'로 바꾼 TMT-Korean Letter-B (TMT-KL-B)와 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ...'로 바꾼 TMT-Korean Consonant-B (TMT-KC-B)가 있다. 모든 종류의 TMT 앞에는 연습용이 구성되어 있고, 시작

Table 1. Basic characteristics of the participant group

	SMI (n = 34)	MCI (n = 55)	EAD (n = 26)	p-value
CDR	0.5	0.5	0.5	
GDS	2	3	4	
Age (yr)	60.50 ± 5.83	67.33 ± 7.48	69.19 ± 9.82	0.00
Education (yr)	13.82 ± 3.45	13.31 ± 4.81	12.75 ± 4.46	0.64
K-MMSE score	28.85 ± 1.02	27.33 ± 1.58	23.31 ± 2.60	0.00

CDR, Clinical Dementia Rating; GDS, Global Deterioration Scale; N, number of participants; K-MMSE, Korean version of Mini Mental Examination; SMI, Subjective Memory Impairment; MCI, Mild Cognitive Impairment; EAD, early stage of Alzheimer's disease. Values are mean ± standard deviation.

전에 검사의 가능 여부를 판단하기 위해 TMT-OR-B 전에는 영어 알파벳을 'A'에서 'N'까지 순서대로 써보게 하였고 TMT-KL-B 전에는 한글 '가'부터 '하'까지, TMT-KC-B 앞에는 'ㄱ' 부터 'ㅎ'까지 순서대로 적게 하였다. 그리고 학습효과를 어느 정도 통제하기 위해 한 환자에게 모든 형태의 TMT를 시행하지는 않도록 하였다. 그러나 우선은 본 연구의 목적이 TMT-OR을 한국 노인들에게 적용할 수 있는지 알아보기 위한 것이므로 TMT-OR을 모든 환자에게 시행하였고, TMT-KL-B와 TMT-KC-B는 번갈아 선택하여 시행하였다. 검사의 결과는 매 검사마다 환자가 종이에 연필을 대는 순간에서 '끝' 부분에 도달하기까지 걸리는 시간과 오류 횟수로 측정하였다. 만약에 환자가 실수를 하면 즉시 알려주고 고치도록 하였지만 시간은 멈추지 않고 계속 측정하였고, 완성을 하면 완성시간과 오류 수를 기록한 후 다음 검사로 넘어갔다.

2) 신경심리검사

서울신경심리검사(Seoul Neuropsychological Screening Battery, SN-SB)를 사용하여 전반적인 인지기능을 평가하였고, 주의집중능력, 언어 및 그와 관련된 기능들, 시공간기능, 기억력, 그리고 전두엽 집행기능의 5가지 영역의 인지기능을 평가할 수 있는 검사들이 포함되었다.

3. 연구 방법

참가자들은 SNSB와 함께 TMT-OR과 TMT-KL-B 혹은 TMT-OR과 TMT-KC-B를 수행하였다. 검사에 앞서 신경심리학적 인터뷰를 실시하여 참여자의 인적 사항과 주관적인 인지기능 저하를 파악하고 CDR을 평가하였다. 그리고 SNSB에 포함된 다른 인지기능 검사들이 TMT에 영향을 미치는 것을 최소화 하고자 SNSB 초입 부분에 있는 Korean version of Mini-Mental State Examination (K-MMSE) 시행 후 TMT-OR과 TMT-KL-B와 TMT-KC-B를 환자마다 번갈아 시행하였다. 이후 모든 SNSB 검사 항목들을 시행하였고, 모든 검사를 마친 후 GDS를 평가하였다. 모든 과정은 검사자와 일대일로 진행되었다.

4. 자료 분석

총 137명의 환자 중 최종 분석에는 115명이 포함되어 22명이 분석에서 제외되었다. 처음 pilot study (예비연구)에 참가한 73명 중 7명이 CDR 2에 해당하는 환자들로 지시사항 자체를 이해하지 못하여 포기하거나 거부하였고, 7명은 무학문맹으로 연필 잡는 것 자체를 어려워하면서 원본 TMT의 A형(A form of original trail making test, TMT-OR-A) 수행 중 포기하였다. 그리고 6명은 CDR 1에 해당하는 환자들

로 TMT-OR-A형만 가능하였고 이후는 복잡해서 하기 싫어하거나 못하겠다고 하여 포기하였고 제한시간 5분을 초과하였다. 그리고 최종 분석 전에 환자 데이터 확인에서 GDS 1과 GDS 5에 해당하는 환자가 각각 1명씩만 포함되어 있어 분석에서 제외시켰다. 따라서 최종 분석대상에는 CDR 0.5, GDS 2-4의 환자들이 포함되었다.

환자 군 간 K-MMSE 점수, 연령, 그리고 학력의 평균차이를 알아보기 위해 일원변량분석(ANOVA)을 사용하였고 환자 군 간 TMT-OR-A, TMT-OR-B, TMT-KL-B, 그리고 TMT-KC-B의 완성 시간 차이를 알아보기 위해서는 연령을 공변량(covariate)으로 하여 공분산분석을 실시하였으며, 사후분석으로는 Scheffe 검증을 하였다. 그리고 각 TMT의 유용성을 알아보기 위해 Receiver Operating Characteristic (ROC) 커브를 그려 Area Under the Curve (AUC)를 비교하고, 각 검사의 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 알아보았다. 자료의 분석은 PASW Statistics 18.0 프로그램을 사용하였고, 통계적 유의성은 0.05 수준에서 검증하였다. 단, 본 연구에서는 TMT 수행 중 보이는 오류 수에는 의미를 두지 않았고 분석에서 제외하였다.

결 과

주관적기억장애, 경도인지장애, 그리고 초기 알츠하이머병 군 간 연령의 차이가 유의하게 나타났는데($F_{[2,112]} = 11.8, p < 0.05$), 사후분석 결과 이 차이는 주관적기억장애 군이 다른 군과 비교하여 유의하게 연령이 낮은 것에 의한 것이고 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군 간의 연령 차이는 유의하게 나타나지 않았다. 그리고 각 군 간의 학력의 차이는 없었고, K-MMSE 점수는 모든 군에서 차이가 났다($F_{[2,112]} = 78.7, p < 0.05$).

TMT 검사에 앞서 시행한 알파벳과 한글 순서대로 적기 결과는 전체 115명 중 66%에 해당하는 76명이 알파벳을 순서대로 잘 적었고, 그 76명 중 20%에 해당하는 15명은 알파벳만 순서대로 적고 한글은 순서대로 적지 못하였다. 그리고 알파벳을 순서대로 적지 못한 39명 중 약 60%인 25명은 한글도 순서대로 적지 못하였다. 전체 GDS 2 환자의 9%인 4명, GDS 3 환자의 20%인 11명, 그리고 총 GDS 4 환자의 42%인 11명이 알파벳과 한글 모두 순서대로 적지 못하였다. 그리고 전체 환자 중 14명만이 알파벳을 순서대로 적지 못하고 한글만 순서대로 적었다.

1. 원본 기호잇기검사(Original version of trail making test) 결과

TMT-OR-A는 115명 모두 수행을 하였고, 세 군간의 TMT-OR-A 완성시간에 차이가 있었다($F_{[2,55]} = 10.93, p < 0.05$). 그리고 그 차이는 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병, 경도인지장애 군과 초기

알츠하이머병 군 간에서 나타났고, 주관적기억장애 군과 경도인지장애군 간의 TMT-OR-A의 완성시간에는 차이가 없었다(Table 2).

115명 중 76명은 TMT-OR-B를 완성하여 비교적 높은 완성률을 보였고 세 군의 완성시간이 유의하게 나타났($F_{[2,73]} = 16.45, p < 0.05$). 그리고 각각 주관적기억장애 군과 경도인지장애 군, 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군, 그리고 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군 모두에서 TMT-OR-B 완성시간의 차이가 유의하게 나타났다(Table 2) (Fig. 1).

2. 두 가지 한국판 기호잇기검사(Korean version of trail making test) 결과

115명 중 65명(56%)에게 TMT-OR-B와 TMT-KL-B가 시행되었고, 이 중 49명(76%)가 TMT-OR-B를 완성하였고 41명(63%)이 TMT-KL-B를 완성하였다. 따라서, TMT-OR-B의 완성률이 TMT-KL-B의 완성율보다 높게 나타났다. 그리고 세 군간의 TMT-KL-B의 완성시간에 차이가 유의하게 나타났지만($F_{[2,12]} = 5.27, p < 0.05$), 그 차이는 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군, 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군 간에서만 차이가 유의하였고, 주관적기억장애 군과 경도인지장애 군에서는 차이를 보이지 않았다(Table 2) (Fig. 1). 그리고 나머지 50명(45%)에게는 TMT-KC-B가 시행되었고, 그 중 27명(54%)이 기존의 TMT-OR-B를 완성하였고, 33명(66%)이 TMT-KC-B를 완성하였다. TMT-KC의 완성률이 TMT-OR-B보다 높게 나타났지만, 참가자군 간 TMT-KC-B의 완성시간에 차이가 유의미하지 않았다($F_{[2,31]} = 3.26, p > 0.05$) (Table 2).

3. 원본 기호잇기검사 B형과 두 가지 한국판 기호잇기검사(Korean version of trail making test) 비교

TMT-OR-B와 TMT-KL-B를 모두 완성한 참가자는 36명이었고 이들을 환자군 별로 나누어 TMT-OR-B와 TMT-KL-B를 완성하는데 걸리는 시간을 비교하였다(Fig. 2A). 주관적기억장애 군과 경도인지장애 군에서는 TMT-OR-B를 완성하는데 걸리는 시간이 TMT-KL-B를 완성하는데 걸리는 시간보다 오래 걸렸고, 초기 알츠하이머병 군에서는 TMT-KL-B를 완성하는데 더 오래 걸렸다.

그리고 TMT-OR-B와 TMT-KC-B를 모두 완성한 24명은 두 가지 TMT를 완성하는데 걸리는 시간이 거의 비슷하였지만, 주관적기억장애 군에서는 TMT-KC-B가 조금 더 오래 걸렸고, 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군에서는 TMT-OR을 완성하는데 조금 더 오래 걸렸다(Fig. 2B).

4. 원본 기호잇기검사와 두 가지 한국판 기호잇기검사의 효용도 검증

ROC 커브의 아래 면적을 나타내는 AUC는 각 검사의 효용성을 나타내는 지표로 면적이 넓을수록 해당 환자 군을 변별하는 데 효율적이다. 각 TMT에 대한 AUC 값, cutting value, 민감도와 특이도를 표로 나타냈다(Table 3). 단, TMT-KC-B는 그 완성시간의 차이가 참가자 군별로 차이가 없었으므로 ROC 커브 분석에서 제외하였다.

1) TMT-Original-A와 TMT-Original-B

TMT-OR-A의 전반적인 민감도와 특이도는 낮게 나타났지만, 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 변별하는 데는 민감도와 특이도가 70% 이상으로 나타났으며, cutting value가 48초로 TMT-OR-A를 완성하는 데 48초 이상이 걸리면 인지능의 저하를 의심해 볼 수 있다.

TMT-OR-B는 주관적기억장애 군과 경도인지장애 군을 변별하

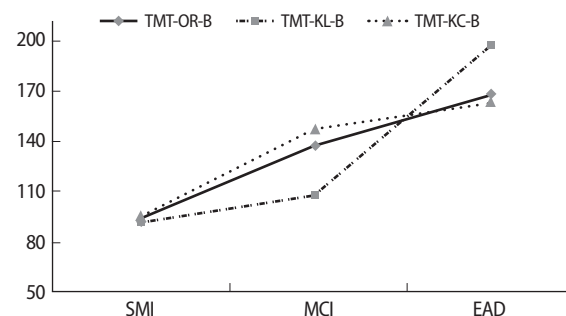


Fig. 1. Difference of time to completion of three forms of trail making test among three groups of all participants.

SMI, Subjective Memory Impairment; MCI, Mild Cognitive Impairment; EAD, early stage of Alzheimer's disease; TMT-OR-B, TMT-Original-B; TMT-KL-B, TMT-Korean Letter-B; TMT-KC-B, TMT-Korean Consonant-B.

Table 2. Results of ANCOVA among three patience groups in TMT-OR and TMT-K

	SMI	MCI	EAD	F	Post-hoc
TMT-OR-A time (sec)	43.23 ± 10.04	53.01 ± 22.15	66.80 ± 27.69	10.93*	SMI ≅ MCI, MCI < EAD, SMI < EAD
TMT-OR-B time (sec)	94.21 ± 29.39	131.88 ± 45.28	167.15 ± 41.44	16.45*	SMI < MCI < EAD
TMT-KL-B time (sec)	90.88 ± 37.24	106.35 ± 51.87	195.16 ± 74.44	5.27*	SMI ≅ MCI, MCI < EAD, SMI < EAD
TMT-KC-B time (sec)	94.88 ± 40.99	146.45 ± 65.95	162.80 ± 29.85	3.26	

SMI, Subjective Memory Impairment; MCI, Mild Cognitive Impairment; EAD, early stage of Alzheimer's disease. TMT, Trail Making Test; TMT-OR, Original version of TMT; TMT-K, Korean version of TMT; TMT-TMT-OR-A, TMT-Original-A; TMT-OR-B, TMT-Original-B; TMT-KL-B, TMT-Korean Letter-B; TMT-KC-B, TMT-Korean Consonant-B. * $p < .05$. Post-hoc, Scheffe.

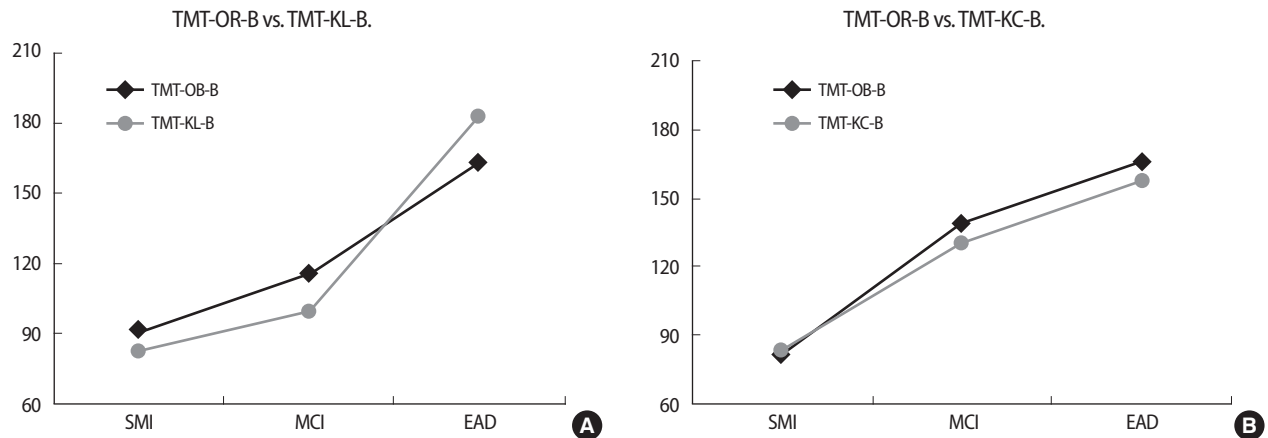


Fig. 2. Difference of time to completion among three groups of participants completing three forms of trail making test. SMI, Subjective Memory Impairment; MCI, Mild Cognitive Impairment; EAD, early stage of Alzheimer's disease; TMT-OR-B, TMT-Original-B; TMT-KL-B, TMT-Korean Letter-B. Values are mean of time to completion.

Table 3. ROC curve analysis of three forms of trail making test

TMT	Group	AUC	Cutting value (sec)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
TMT-OR-A	SMI vs. MCI	.662	44	70	65
	MCI vs. EAD	.661	54	62	58
	SMI vs. EAD	.824	48	77	71
TMT-OR-B	SMI vs. MCI	.784	102	80	75
	MCI vs. EAD	.722	142	70	66
	SMI vs. EAD	.945	124	85	86
TMT-KL-B	SMI vs. MCI	.603	86	53	50
	MCI vs. EAD	.863	124	83	71
	SMI vs. EAD	.917	123	83	89

SMI, Subjective Memory Impairment; MCI, Mild Cognitive Impairment; EAD, early stage of Alzheimer's disease. TMT, Trail Making Test; TMT-OR-A, TMT-Original-A; TMT-OR-B, TMT-Original-B; TMT-KL-B, TMT-Korean Letter-B; TMT-KC-B, TMT-Korean Consonant-B; AUC, Area Under the Curve. Post-hoc, Scheffe.

는데 있어서 완성시간 기준을 102초로 하면 민감도는 80%, 특이도 75%로 변별력이 높게 나타났다. 그러나 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 변별하는데 있어서 AUC값은 .722로 비교적 높게 나타났지만 완성시간 142초 기준으로 민감도 70%, 특이도 66%로 변별력이 충분히 높게 나타나지는 않았다. 그리고 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 구분하는 데는 124초 기준으로 민감도와 특이도가 모두 80% 이상으로 변별력이 높았다.

2) TMT-Korean Letter-B

주관적기억장애 군과 경도인지장애 군을 변별하지 못하는 것으로 나타났고, 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 변별하는데 있어서는 AUC값이 .863으로 높고 124초 기준으로 민감도 83%, 특이도 71%로 높게 나타났다. 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군의 변별은 TMT-OR-B와 마찬가지로 민감도와 특이도 모두

80% 이상으로 변별력이 높았다.

고 찰

본 연구에서도 기존 연구들과 같이 세 가지 TMT B형의 수행이 TMT A형보다 저조하였다. 따라서 본 연구에서 새로 구성된 TMT-KL-B와 TMT-KC-B가 TMT-OR-B처럼 충분히 적절하고 복잡하게 구성되어[24-27] A형을 완성하는 것보다 오래 걸려 TMT B형으로써의 역할을 하였다.

두 가지 TMT-K 중에서 TMT-KL-B가 TMT-KC-B보다 인지기능의 저하를 변별하는데 더 유용하였다. 그러나 TMT-KL-B는 최근 치매에 대한 관심이 많아지면서 수가 늘고 있는 주관적기억장애 군과 치매의 전 단계라고 알려진 경도인지장애 군을 변별하는 데는 낮은 민감도와 특이도를 보여 한계를 보였다. 그러나 TMT-KL-B가 경도인지장애군과 초기 알츠하이머병 군, 그리고 주관적기억장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 민감하게 변별하는 것으로 나타나 이들 환자군을 변별하는 데는 유용하다고 할 수 있다.

본 연구의 가장 중요한 목적이었던 TMT-OR-B의 활용 가능성은 결과에서도 알 수 있듯이 높게 나타났다. 한국인에게 시행한 TMT-OR-B에서 완성시간의 차이가 인지기능 저하에 따라 분류한 참가자 군별로 유의하게 나타났고, 인지기능 저하가 심할수록 완성하는데 걸리는 시간이 오래 걸리는 것으로 나타났다. 또한 인지기능 저하 정도를 변별하는데 민감도와 특이도가 비교적 높게 나타났다. 단, 경도인지장애 군과 초기 알츠하이머병 군을 변별하는 데는 민감도와 특이도가 TMT-KL-B보다 낮게 나타났지만 이는 본 연구에 참가한 초기 알츠하이머병 군의 수가 충분하지 않아 낮게 나타난

것으로 생각할 수 있다. 그러나 주관적기억장애 군과 정도인지장애 군의 변별에는 높은 민감도와 특이도를 보여 인지기능장애를 초기에 변별하는데 TMT-KL-B보다 더 유용함을 알 수 있다. 그리고 TMT 수행 전 참가자에게 요구한 '알파벳과 한글 순서대로 적기 수행을 관찰한 바에 따르면 당연히 한글을 순서대로 적는 수행률이 알파벳을 적는 수행률보다 높을 것이라고 기대한 것에 반해 알파벳을 순서대로 적지 못하면 한글도 순서대로 적지 못하는 참가자가 많았고, 오히려 알파벳만 순서대로 적을 수 있는 참가자도 다수 있었다. 본 연구의 참가자들도 기존의 몇몇 연구[28, 29]들과 같이 고학력의 참가자가 많았는데 고학력임에도 한글 순서를 기억하는 것이 영어 알파벳을 기억하는 것보다 힘들었다. 이는 학력의 영향으로 TMT-K의 수행률이 낮다고 한 연구 결과[12]와는 달리, TMT-K 수행에는 학력과 관련이 없는 것으로 나타났다. 따라서 TMT가 단지 영어로 구성되어 있다는 이유만으로 한글로 변환하여 사용하는 것 보다 TMT-OR 그대로를 사용하는 것이 한국 노인들의 인지기능 평가에 오히려 도움이 된다고 할 수 있다. 그러나 본 연구 참가자의 평균 학력이 12년 이상인 고학력인 것을 고려하면, 학력에 상관없이 TMT-OR을 하지 못하는 사람들을 위한 다른 형태의 검사를 만드는 것도 고려해 보아야 한다.

TMT-OR-B와 TMT-KL-B 또는 TMT-KC-B를 모두 완성한 참가자들의 수행시간을 비교한 결과 완성하는데 걸리는 시간은 알파벳이 있는 TMT-OR-B보다는 한글로 만들어진 TMT-KL-B나 TMT-KC-B가 비교적 더 짧았다. 그러나 모든 환자 군에서 일관적으로 나타나지는 않았고 그 차이가 의미가 있을 정도는 아니었다. 단, 본 연구에서 학습효과를 최소화 하고자 참가자별로 번갈아 TMT-KL-B와 TMT-KC-B를 시행하였으나 참가자들의 학력이 높아 학습효과를 효과적으로 통제하지는 못한 것으로 생각된다. 따라서 추후 고졸 이하의 참가자들을 대상으로 한 연구가 필요하고, 확실한 학습효과 통제를 위해 TMT-OR와 TMT-K의 시행 간 시간을 충분히 조절해야 한다.

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 Neuropsychol* 2005; 20: 33-65.
2. Leitan LA., Wolfson D. *A selective and critical review of neuropsychological deficits and the frontal lobes*. *Neuropsychol Rev* 1994; 4: 161-98.
3. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological assessment fourth ed*. New York: Oxford University Press 2004; 371-4.
4. Spreen O, Struss E. *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms and commentary 2nd ed*. New York: Oxford University 1998.
5. Heun R, Papassotifopoulos A, Jennszen F. *The validity of psychometric instruments for detection of dementia in the elderly general population*. *Int J Geriatr Psychiatry* 1998; 13: 368-80.
6. Kraybill ML, Larson EB, Tsuang DW, Teri, McCormick WC, Bowen JD, et al. *Cognitive differences in dementia patients with autopsyverified AD, Lewy body pathology, or both*. *Neurology* 2005; 28: 2069-73.
7. Walker AJ, Meared S, Sacjdev 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.
8. 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.
9. Anderson SV, 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.
10. 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.
11. Seo EH, Lee DY, Kim KW, Lee JH, Jhoo JH, Youn JC, Choo IH, Ha J, Woo JI. *A normative study of the Trail Making Test in Korean elders*. *In J Geriatr Psychiatry* 2006; 21: 844-52.
12. Lee HS. *Development and Validation of Korean version of Trail Making test for Elderly persons*. A master's thesis of Sungkyunkwan University. 2006.
13. Park M, Chey J. *A normative study of the Modified Trail Making Test for elderly Korean people*. *J Clin Psychol* 2003; 22: 247-59.
14. Park JS, Kang YW, Yi HS, Kim YJ, Ma HI, Lee BC. *Usefulness of the Korean Trail Making Test for the Elderly (K-TMT-e) in detecting the frontal lobe dysfunction*. *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2007; 6: 12-7.
15. Lee A, Angela LJ, Maureen KO, Christine C, Robert CG, Robert AS. *Trail Making Test errors in normal aging, mild cognitive impairment, and dementia*. *Arch Clin Neuropsychol* 2008; 23: 129-37.
16. Grober E, Hall CB, Lipton RB, Zonderman AB, Resnick SM, Kawas C. *Memory impairment, executive dysfunction, and intellectual decline in preclinical Alzheimer's disease*. *JINS* 2008; 14: 266-78.
17. Chen P, Ratcliff G, Belle SH, Cauley JA, Dekosky ST, Ganguli M. *Cognitive tests that best discriminate between presymptomatic AD and those who remain nondemented*. *Neurology* 2002; 55: 1847-53.
18. Morris JC. *The clinical dementia rating (CDR): Current version and scoring rules*. *Neurology* 1993; 43: 2412-4.

19. Reisberg B, Ferris SH, De Leon MJ, Crook T. *The global deterioration scale for assessment of primary degenerative dementia. Am J Psychiatry* 1982; 139: 1136-9.
20. Chin J, Oh KJ, Seo SW, Shin HY, Na DL. *The Characteristics and Subtypes of Subjective Memory Impairment in Older Adults. Dement Neurocog Dis* 2010; 9: 115-21.
21. Peterson R. *Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. J Int Medic* 2004; 256: 183-94.
22. MaKhann G, Drachman D, Folstein M, Katzaman R, Price D, Stadlan EM. *Clinical diagnosis of Alzheimer's disease report of the NINCDS-AD-RDA work group under the auspices of department of health and human services task force on Alzheimer's disease. Neurology* 1984; 34: 939-44.
23. Reitan RM. *The relation of the Trail Making Test to organic brain damage. J Consul Pshol* 1995; 19: 393-4.
24. Fossum B, Holmberg H, Reinvang I. *Spatial and symbolic factors in performance on the Trail Making Test. Neuropsychol* 1992; 6: 71-5.
25. Rossini ED, Karl MA. *The Trail Making Test A and B: a technical note on structural nonequivalence. Percept Mot Skills* 1994; 78: 625-6.
26. Arnett JA, Labovitz S. *Effect of physical layout in performance of the Trail Making Test. Psychol Assess* 1995; 7: 220-1.
27. Gaudino EA, Geisler MA, Squires NK. *Construct validity of the Trail Making Test: what makes part B harder? J ClinExpNeuropsychol* 1995; 17: 529-35.
28. Ivnik RJ, Malec JE, Smith GE, Tangalos EG, Peterson RC. *Neuropsychological tests' norms above age 55: COWAT, BNT, MAE Token, WRAT-R Reading, AMNART, STROOP, TMT, and JLO. ClinNeuropsychol* 1996; 10: 267-78.
29. Tombaugh TN. *Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. Arch ClinNeuropsychol* 2004; 19: 203-14.