한국심리학회지 : 임상
The Korean Journal of Clinical Psychology
2003. Vol. 22, No. 1, 247-259

<Brief Report>

# 한국 노인을 위해 수정된 Trail Making Test(TMT)의 규준 연구*

박 미 선 최 진 영†
서울대학교 심리과학연구소 서울대학교 심리학과

본 연구의 목적은 한국 노인에게 적합하게 수정한 Trail Making Test(이하 TMT)의 정상 규준을 제시하고 검사의 타당도를 검토하는데 있다. 규준 집단은 서울, 경기도 광주 광역시 등에 거주하는 만 55-84세 사이의 노인 120명으로 구성되었다. 본 연구에서는 연령과 교육에 따라 수정된 TMT의 완성 시간과 오류 수에 대해 정상 규준을 제시하였다. 본 연구에서는 기존의 TMT에서 문자 능력의 요구를 최소화하도록 글자 대신 그림(△, □)을 사용하여 A, B, C 형으로 수정하였다. 수정된 TMT 수행과 인구통계학적 변인들 간의 관계를 분석해본 결과, A, B, C 형 모두 완성 시간에서는 연령과 교육에서 유의미한 상관을 보인 반면, 오류 수와는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 한편, 성별은 어떤 유형에서도 유의미한 상관이 관찰되지 않았다. 수정된 TMT에서 문식성에 따라 나눈 기능적 문맹 집단과 문해 집단간에는 유의미한 수행 차이가 관찰되지 않았다. 이에 근거하여 연령과 교육에 따라 완성 시간과 오류 수에 대한 정상 규준이 제시되었다. 수정된 TMT의 구성 타당도를 확인하기 위하여 신경심리검사들(K-DRS와 CDST)과의 상관 분석을 하였고, 단계적 회귀 분석을 이용하여 각 유형의 신경심리학적 특징을 살펴보았다. 문자 능력의 요구를 최소화하여 수정한 TMT에 대한 본 연구는 향후 노인 연구나 임상적 평가에 유용한 지침이 되어줄 것으로 기대된다.

주요어: Trail Making Test, 정상 규준, 노인, 신경심리검사, 문식성 (literacy)

---

* 본 연구는 서울대학교 심리과학 연구소의 지원에 의하여 이루어짐.
† 교신저자(Corresponding author) : 최 진 영 / 서울대학교 심리학과 / 서울특별시 관악구 신림동 산 56-1
FAX : 02-880-6428 / E-mail : jychey@snu.ac.kr

Trail Making Test(이하 TMT; Army Individual Test Battery, 1944)는 가장 많이 쓰이는 신경심리 검사 중의 하나로서 A와 B형으로 구성되어 있다. A형은 무선 배치된 원 안의 숫자들을 순서대로 찾아 잇는 것이고(1-25), B형은 무선 배치된 원 안의 숫자들(1-13)과 알파벳들(A-L)을 순서대로 찾아 번갈아 잇는 것이다. 이 검사는 경미한 뇌 기능 장애 탐색에도 상당히 민감(sensitive)한 것으로 밝혀졌고, 오랜 연구를 통해 대표적인 주의력 내지 전두엽 검사로서 그 임상적 유용성이 입증되어 왔다(Lezak, 1995; Stuss, Bisschop, Alexander, Levine, Katz & Izukawa, 2001). 특히, TMT는 실시 방법이 간단하고 비용과 소요 시간이 적은 장점이 있어, 종종 뇌기능 장애에 대한 선별 검사로서 사용된다(Storandt, Botwinick, Danziger, Berg, & Hughes, 1984; Selnes, Jacobson, Machado, Becker, Wesch, Miller, Visscher & McArthur, 1991).

TMT 수행에 독특하게 기여하는 인지적 요인들을 밝히려는 Crowe(1998)의 연구 결과, A형은 시각적 및 운동적 탐색 기능, B형은 읽기 능력, 시각적 탐색 기술, 동시에 두 가지 순서를 정신적으로 유지하는 능력, 주의력 및 작업 기억(working memory) 등과 관련이 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 B형에서 완성 시간이 더 긴 이유는 A형에 비해 더 복잡한 인지 과정이 관여될 뿐만 아니라, B형 검사 자체가 A형에 비해 운동 속도와 시각적 탐색을 더 필요로 하는 점도 주요 변인으로 작용하는 것으로 보인다(Rossini & Karl, 1994; Gaudino, Geisler, & Squires, 1995). 따라서 B형에서 상대적으로 완성 시간이 길어질 때 인지적인 결함으로 과도하게 해석하지 않도록 주의해야 하는 것으로 보고되고 있다.

이 외에도 TMT 결과에 유의미하게 영향을 미치는 변인들로 연령, 교육, 성별, 지능 등이 논의되어 왔다(Waldmann, Dickson, Monohan, & Kazelskis, 1992; Wiederholt, Chan, Butters, Salmon, Kritz-Silverstein & Barrett-Connor, 1993; Gaudino, Geisler, & Squires, 1995; Lezak, 1995). 이 연구 결과들을 종합하면, 피검자가 고연령일수록, 그리고 저학력일수록 TMT의 완성 시간이 길어지는 경향이 일관되게 관찰되었고, 이러한 경향은 B형에서 더 두드러졌다. 노인의 심리운동 지체(psychomotor slowing)는 감각 및 운동 변인보다는, 주의(vigilance, scanning, concentration), 지각적 속도(perceptual speed), 그리고 시공간적 기술(visual-spatial skill)과 같은 인지적 과정과 더 관련있는 것으로 나타났다(Wahlin, Backman, Wahlin & Winblad, 1996). 반면에, 성별 변인에 대해서는 연구에 따라 여자가, 또는 남자가 완성 시간이 더 빠르다고 관찰되거나, 성별에 따른 차이가 없다는 등 불일치하였다. 지능 변인에 대해서는 지능이 평균 또는 평균 하 이상인 경우에는 TMT 수행에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 요약하면, 인구통계학적 변인들 중 연령과 교육이 TMT 수행에 가장 중요한 요인이다. 이에 따라, TMT의 수행 저하가 유의미한지에 대한 판단은 피검자의 교육과 연령 등 검사 외적 변인들을 통제한 규준 자료와 비교할 때 적절하게 이루어질 수 있다.

고연령 인구가 증가하고 있는 실정을 감안할 때, 그들에게 적용 가능한 규준을 개발하는 것은 중요하다. 그러나, 최근까지 75세 이상의 고연령과 6년 이하의 교육을 포함한 규준 연구는 드물게 이루어졌다(Wiederholt et al, 1993; Wahlin et al., 1996). 적절한 정상 규준은 어떤 결과가 정상적인 노화 과정으로 인한 것인지, 저교육이나 문맹 효과로 인한 것인지, 아니면 기저에 진행되고 있는 치매와 같은 신경계 질병에 의한 것인지를 판단하는데 중요한 기준점이 된다. 한국 노인의

경우 선진국에 비해 문맹 및 저학력자가 많기 때문에 같은 검사라 할지라도 학력 분산이 적은 외국 규준에 비해 국내 규준이 낮게 산출되는 경우를 관찰할 수 있다(최진영, 이소애, 1997). 게다가 임상 장면에서 우리는 고연령 저학력 노인들이 읽기 능력의 부족으로 인해 종종 TMT B 형 검사를 수행하지 못하거나, 수행 동안 읽기 능력의 영향을 받는 모습을 종종 관찰할 수 있다. 이렇게 글을 읽고 쓸 수 있는 능력인 문식성(literacy)의 유무가 과제 수행에 영향을 미친다면 기능적 문맹자들과 문해자들에게 동일한 절차나 동일한 규준을 적용하는 것에는 문제가 있다(문혜성, 2001). 국내 노인을 대상으로 검사 규준을 개발할 때는 교육과 문식성에 대한 고려가 매우 중요하다.

외국에서는 영어 알파벳에 대한 친숙도와 같은 문화적 요인들을 최소화하기 위하여 Color Trail Making Test를 개발하였는데, 이는 노인들에게 취약한 Stroop 효과와 밀접한 관련이 있고(Lee, Cheung, Chan & Chan, 2000; Wecker, Kramer, Wisniewski, Delis, & Kaplan, 2000), 특정 연령 및 교육 집단에서만 기존의 TMT와 동형 검사인 것으로 관찰되었으며(Lee & Chan, 2000), 색깔에 대한 경험 자체가 문화적 요인으로 작용할 수 있다는 점, 또 유색으로 인쇄해야 하는 번거로움이 있다는 점에서 보편적으로 사용하지 않고 있다. 국내에서도 문화적 요인들을 고려하여 기존의 알파벳 대신에 '가, 나, 다..' 또는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ..' 등으로 대체하여 TMT를 사용하고 있으나, 아직 확립된 규준 자료가 부족하고, 수행에 문식성이 필수적이라는 제한점이 있다.

본 연구에서는 가능한 기존 검사의 틀을 유지하되 읽기 영향을 최소화시킬 수 있도록 글자(가, 나, 다..) 대신 그림(△, □)으로 대체하여 수정하였다. 그림이라는 새로운 자극에 대한 새로운 규칙의 학습 절차가 포함되면서 수정된 TMT는 세 가지 하위 검사들(A, B, C)로 구성되었다. 즉, 수정된 TMT의 A형은 기존의 A형(숫자 1-25)과 동일하고, 수정된 TMT의 B형은 기존의 A 형과 배치는 같으나, 숫자 대신에 그림인 세모와 네모들로 구성되었으며, 수정된 TMT의 C형은 기존의 B형에서 글자를 세모와 네모 그림으로 대체하였다. 이 중 수정된 A형과 C형을 연령과 교육을 걸맞춘 정상인 집단과 정신분열병 집단에 실시한 결과(박미선, 1999), 정상인 집단에 비해 정신분열병 집단이 수정된 TMT의 두 가지 모두에서 유의미하게 완성 시간이 길었고, 이는 전두엽 기능 저하에 기인하는 것으로 시사되었다.

수정된 TMT 검사가 노인들에게도 적용가능한지 살피기 위해 성인 및 노인들에게 예비 연구를 시행해본 결과(박미선, 최진영, 2001), 기존의 연구(Wiederholt et al, 1993; Lezak, 1995)에서처럼 인지적 교대(cognitive alternation)가 필요한 C형이 A형이나 B 형에 비해 훨씬 어렵다는 것이 관찰되었다. 이 검사의 수행과 유의미한 상관을 갖는 인구통계학적 변인으로서 연령과 교육이 관찰되었으며, 이에 따른 세분화된 규준이 필요한 것으로 시사되었다. 또한, 고연령, 저학력자일수록 A형에서 20이후의 숫자들을 헷갈려 하거나, 읽지 못하는 모습을 보였다. 그림 자극에 대한 새로운 규칙을 학습시키는 절차인 B형을 추가함으로 인해 전체 검사 시간이 길어졌는데 간단한 선별 검사로서의 수정된 TMT의 적합성과 용이성을 높이기 위해 각 유형의 단축이 요구되었다.

본 연구는 장 · 노년 인구에서 수정된 TMT 검사의 임상적 활용성을 높이기 위하여 첫째, 이 검사 수행에서 유의미한 인구통계학적 변인들을 살펴보고, 주요 변인들에 따라 정상 규준을 제시하고자 한다. 둘째, 수정된 TMT의 언어적 요구를 최소화한 절차가 타당한지 살펴보고자 한다. 셋

째, 수정된 TMT의 구성 타당도와 신경심리학적 특징을 알아보고자 한다.

## 방 법

### 연구참여자

본 연구는 만 55~84세의 연령 범위 내의 건강한 장·노년 정상인 120명을 대상으로 실시하였다. 본 연구의 참여자들은 2001년 6월~11월 동안 서울, 경기, 광주 지역의 복지관, 노인정, 직장 등을 방문하여 광고를 통해 모집되었다. 가능한 특정 지역에 편중되어 표집되지 않도록 14개 지역에서 골고루 지원자들을 모집하였다. 자발적으로 참여를 원하는 노인들 중 건강배제기준(Christensen, Multhaup, Nordstrom & Voss, 1991) 인터뷰에서 해당 사항이 없고, 한국판 치매 평가검사(Korean-Dementia Rating Scale: K-DRS)에서 정상 수행을 보인 자들만 정상 노인으로 간주하고 규준 연구에 포함하였다. 건강배제기준에는 총 28가지가 포함되는데, 요약하면 1) 신경병력; 2) 정신과 병력; 3) 약물 또는 알콜 남용; 4) 인지 기능에 영향을 미칠 수 있는 내과 질환; 5) 검사가 불가능할 정도의 시력 또는 청력 손상; 6) 자기 이름 쓰지 못함 등이다. 이에 더하여 수행 결과가 극단적인 편향자(outlier)거나, 검사 동안 집중하지 못한 자는 연구에서 제외되었다. 다만, 일반적인 의학적 문제(general medical problem)나 조절 가능한 고혈압과 당뇨병의 경우는 연구에 포함하였다.

규준 집단은 연령에 근거해 세 수준(55-64, 65-74, 75-84세)으로 나누고, 다시 교육 정도에 따라 두 수준(6년 이하, 7년 이상)으로 나누어 총 6집단으로 구성되었으며 각 집단은 20명이 포함되었다. 이것은 기존 노인 인지 기능 연구에서 난이도가 쉬운 검사의 경우 교육을 6년 이하와 7년 이상으로 나눌 때 가장 유의미한 수행 차이를 보였고, 연령의 경우 64세 이하와 65세 이상에서 유의미한 수행 차이를 보인 사실에 근거하여 10년 단위로 나눈 것이다(최진영, 이소애, 1997; 송호정, 2002). 본 연구에 참가한 남자는 24명이었고, 여자는 96명이었다. 본 연구의 참여자들에 대한 연령, 교육, 성별, 문자 정보 활용도 등의 인구통계학적인 특징과 K-DRS 결과는 표 1에 제시되어 있다.

문식성에 따라 수정된 TMT 결과에 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위하여 교육, 연령, 성별

표 1. 규준에 참여한 정상 노인의 인구통계학적 특징과 K-DRS 총점

| 연령 | 교육 | 연령 | 교육 | 여/남(n) | 문자 정보 | K-DRS 총점 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 55-64 세 | ≤6 | 59.75(±2.45) | 5.05(±1.90) | 17/3 | 3.45(±.89) | 131.75(±5.88) |
| | >6 | 60.70(±2.45) | 11.25(±2.20) | 15/5 | 4.00(±.00) | 133.85(±5.41) |
| 65-74 세 | ≤6 | 70.95(±3.41) | 4.50(±2.26) | 19/1 | 3.50(±.89) | 129.20(±6.49) |
| | >6 | 68.05(±2.48) | 11.55(±2.52) | 14/6 | 4.00(±.00) | 134.05(±5.44) |
| 75-84 세 | ≤6 | 78.40(±2.56) | 3.35(±2.50) | 19/1 | 3.40(±1.05) | 127.75(±8.93) |
| | >6 | 77.40(±2.54) | 10.65(±2.23) | 12/8 | 4.00(±.00) | 133.60(±6.95) |
| 총계 | | 69.21(±7.76) | 7.73(±4.14) | 96/24 | 3.72(±.71) | 131.70(±6.94) |

에 따라 최대한 비슷하게 걸맞춰진 문맹 집단과 문해 집단을 각각 10명씩 선발하였다. 문맹 집단은 문자 생활 질문지로 인터뷰한 결과에 따라 기능적 문맹자로 판단된 노인들이었다. 기능적 문맹 집단의 평균 연령은 71세(8.46)이고, 문해 집단의 평균 연령은 70.9세(8.35)이며, 두 집단의 연령 차이는 유의미하지 않은 것으로 나타났다, $t(18)$ =-.03, $p$>.98. 기능적 문맹 집단의 평균 교육 연수는 .70년(1.34)이고, 문해 집단의 평균 교육 연수는 3.80년(1.40)이며, 두 집단의 교육 연수 차이는 유의미하였다, $t(18)$=-5.07, $p$<.001. 두 집단은 모두 여자로 구성되어 성별의 차이는 없었다.

## 연구 도구

**수정된 TMT.** 수정된 TMT는 기존의 15개 항목의 단축형 TMT를 바탕으로 수정한 것으로, 모두 연습 시행과 본 시행으로 구성되어 있다. 연습 시행에서 피검자가 검사 방법을 충분히 이해하면 본 시행을 실시하였다. 검사자는 시작 전에 항상 피검자에게 시작점과 끝나는 지점을 알려주었다. 검사 방법을 살펴보면, 수정된 TMT A형은 기존의 A형과 동일하게 숫자 순서대로 찾아 잇는 것이고(1→2→3…), B 형은 세모와 네모를 번갈아 잇는 것이며(△→□→△…), C 형은 숫자와 그림을 번갈아 잇되, 숫자는 1, 2, 3.. 순서대로, 그림은 세모 다음에 네모 순서로 잇는 것이다(1→△→2→□→3→△…). 수행 중에 오류가 생기면, 검사자는 즉시 피검자에게 틀렸다고 알려주고, 피검자 스스로 오류를 정정하지 못하면 검사자가 교정해 주었다(예: 세모 다음에는 네모로 가셔야죠). 피검자가 오류를 스스로 교정하든, 검사자가 교정해주든 잘못 이은 개수의 총합이 오류 수가 된다. 검사의 측정치는 시작해서 완성할 때까지의 완성 시간(초)과 오류 수이다.

**K-DRS.** K-DRS는 정상 노인을 선별하고, 수정된 TMT의 타당도 및 신경심리학적 특징을 살펴보기 위해 실시되었다. K-DRS는 국내 치매 환자의 진단 및 경과 측정을 위해 Mattis(1988)의 Dementia Rating Scale(약칭 DRS)의 기본 골격은 유지하면서 국내의 임상적 요구에 맞춰 개발된 검사이다(최진영, 1998). K-DRS는 주의, 관리기능, 구성, 개념화, 기억으로 구성되어 전반적인 인지능력을 측정하고, 각 소검사는 37, 37, 6, 39, 25점을 만점으로 하며, 총점은 144점이다. 각 연령 및 교육에 따른 규준과 경계 점수는 증보된 K-DRS 규준을 사용하였다(최진영과 신나영, 준비중).

**CDST.** CDST(Computerized Dementia Screening test)는 수정된 TMT의 타당도 및 신경심리학적 특징을 살펴보기 위해 실시되었다. CDST는 언어적 요구를 최소화하도록 개발하여 컴퓨터화한 치매선별검사로서 4가지 소검사들로 구성되어있다. 즉, 시공간적 주의력을 평가하는 네모 짚기 검사, 기억력을 평가하는 단어 기억 검사, 지남력을 평가하는 방향 판단 검사, 전두엽 기능을 평가하는 반응 전환 검사가 있다. 각각은 12, 12, 10, 10 점을 만점으로 하며, 총점은 44점이다. 이 검사에 대한 자세한 설명과 규준은 최진영, 박미선, 조비룡, 양동원 및 김상윤 (2002)에 제시되어 있다.

**문자생활 질문지.** 국내 노인들의 문식성을 평가하기 위해 개발된 문자생활 질문지(문혜성, 2001)는 총 11개의 반구조화된 형식의 질문으로 구성되어 있다. 검사자는 문자생활 질문지로 인터뷰한 내용을 5개의 영역으로 된 문자생활정보 기록양식에 정리하게 된다. 5개 영역 중 '피검자

가 읽기와 쓰기의 능숙도 평가' 항목에서 ① 한글을 전혀 읽고, 쓰지 못한다, 또는 ② 읽기와 쓰기 둘 다 능숙하지 못하다에 해당되면 '기능적 문맹'으로 평가하고, ③ 읽기와 쓰기 중 하나가 능숙하지 않다, 또는 ④ 읽기와 쓰기 둘 다 능숙하다에 해당되면 '문해자'로 평가한다. 또한, 이 항목에서 ① 번에서 ④ 번으로 갈수록 문자 정보 활용도가 높은 것으로 간주된다.

### 통계 분석

통계적 검증은 SPSS for Windows(Version 10.0)를 이용하였다. 부분 상관 분석(partial correlation analysis)을 통해 수정된 TMT와 유의미한 상관을 갖는 인구통계학적 변인들을 확인한 후, 유의미한 변인들을 기준으로 규준을 세분화하여 기술적인 통계치를 산출하였다. 가외 변인들을 통제하고 기능적 문맹 집단과 문해 집단간에 수정된 TMT의 수행 차이가 있는지 살펴보기 위해 MANCOVA (Multivariate Analysis of Covariance)를 실시하였다. 수정된 TMT의 구성 타당도를 알아보기 위해 K-DRS 및 CDST와의 상관 분석을 실시하였고, 신경심리학적 특징을 검토하기 위해 쌍 표본 T-검정(paired sample *t*-test)과 단계적 회귀분석(stepwise-regression analysis)을 시행하였다.

## 결 과

### 수정된 TMT와 인구통계학적 변인 및 문식성과의 관계

인구통계학적 변인들과 수정된 TMT간의 관계를 알아보기 위해 분석할 변인을 제외한 나머지 변인들은 통제하는 식으로 각 인구통계학적 변인들에 대해 차례로 부분 상관 분석을 실시하였다. 표 2에 제시된 결과에 의하면, 수정된 TMT의 완성 시간은 연령이 높을수록, 교육이 낮을수록 길어지는 반면, 오류 수는 연령 및 교육과 상관이 유의미하지 않았다. 성별 변인은 A, B, C 형 모두에서 상관이 유의미하지 않은 것으로 관찰되었다.

표 2. 수정된 TMT와 인구통계학적 변인과의 상관

| | A | | B | | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 예측 변인 | 완성 시간 | 오류 수 | 완성 시간 | 오류 수 | 완성 시간 | 오류 수 |
| 연 령 | .40*** | .09 | .28** | -.01 | .40*** | .16 |
| 교 육 | -.24** | .05 | -.26** | -.06 | -.37*** | -.04 |
| 성 별 | -.09 | -.07 | -.04 | .04 | -.06 | -.09 |

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

한편, 기능적 문맹 집단과 문해 집단간에 수정된 TMT의 수행 차이가 있는지 알아보기 위하여, 연령과 교육을 통제하고 MANCOVA를 실시하였다. 결과에 의하면, A, B, C형 모두에서 두 집단간에 유의미한 수행 차이는 관찰되지 않았으며 결과는 다음과 같다. A형 완성 시간과 오류 수 $F(1, 16)=.11$, ns, $F(1, 16)=.39$, ns, B형 완성 시간과 오류수 $F(1, 16)=2.40$, ns, $F(1, 16)=.00$, ns, C형 완성 시간과 오류 수 $F(1, 16)=3.09$, ns, $F(1, 16)=.75$, ns.

### 수정된 TMT의 구성 타당도와 신경심리학적 특징

수정된 TMT의 구성 타당도를 검토하기 위해서 K-DRS 및 CDST와의 상관 관계를 분석한 결과가 표 3에 제시되어 있다. A와 C형은 K-DRS의 관리 과제를 제외하고, 주의, 기억, 개념화, 구성 및 총점과 유의미한 상관을 보였고, B형도 역시 K-DRS

표 3. 수정된 TMT와 신경심리검사와의 상관

| | K주의 | K관리 | K구성 | K개념화 | K기억 | K총점 | C네모짚기 | C단어기억 | C방향판단 | C반응전환 | C총점 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | -.56*** | -.18 | -.60*** | -.24* | -.29** | -.47*** | -.57*** | -.41*** | -.53*** | -.33*** | -.64*** |
| B | -.33*** | -.10 | -.42*** | -.16 | -.28** | -.33*** | -.38*** | -.28** | -.43*** | -.34*** | -.49*** |
| C | -.36*** | -.12 | -.46*** | -.32*** | -.35*** | -.42*** | -.45*** | -.37*** | -.47*** | -.29** | -.55*** |

* $p$<.05 ** $p$<.01 *** $p$<.001, K= K-DRS, C=CDST

의 관리와 개념화 과제를 제외하고 나머지 과제들과 모두 유의미한 상관을 보였다.

신경심리학적 특징을 살펴보기 위해, 먼저 수정된 TMT의 완성 시간과 오류 수에 대해 쌍 표본 T-검정으로 분석하였다. 완성 시간에서는 A형과 B형간에 유의미한 차이가 없었으나, $t$(119) =-1.872, $p$=.064, C 형과는 각각 유의미한 차이를 보였다, $t$(119)=-10.877, $p$<.001, $t$(119)=-12.697, $p$<.001. 오류 수는 A형에 비해 B형에서 유의미하게 증가되었고, $t$(119)-5.266, $p$<.001, B형에 비해 C형에서 유의미하게 증가되었다, $t$(119)=-7.261, $p$<.001. 즉, A형과 B형간의 완성 시간에서는 유의미한 차이가 없었지만 오류 수에서는 유의미한 차이를 보였고, C형은 A형과 B형에 비해 완성 시간과 오류 수 모두 유의미하게 증가되는 양상을 보였다.

또한, 수정된 TMT의 완성시간에 대하여 연령, 교육, 문자 정보, K-DRS와 CDST의 소검사들로 단계적 회귀분석을 시행한 결과, 유의미한 설명변인 순서대로 제시하면, A형에 대해서는 K구성 C네모 짚기, K주의, 문자 정보 활용도, 연령 변인이 유의미하였고, $F$(5, 114)=38.93, $p$<.001, B형에 대해서는 교육, K구성, C반응 전환, 연령이 유의미하였으며, $F$(4, 115)=16.13, $p$<.001, C형에 대해서는 교육. 연령, K구성, K기억, C네모 짚기가 유의미하였다, $F$(5, 114)=21.63, $p$<.001. 수정된 TMT의 A 형과 B 형은 완성 시간에 유의미한 차이는 없었으나, 각각에 기여하는 변인들에는 차이가 있는 것으로 나타났다.

### 연령 및 교육 수준에 따른 정상 규준

전체 규준 집단은 3개의 연령 수준과 2개의 교육 수준으로 나눈 6개의 규준 집단으로 이루어졌다. 수정된 TMT에 대한 평균과 표준편차는 각 규준 집단에 따라 표 4에 제시하였다.

## 논 의

본 연구는 Trail Making Test(TMT)에서 문자 능력의 요구를 최소화하도록 글자들을 그림들로 수정한 과제의 타당성을 검토하고, 이 과제 수행과 유의미하게 관련이 있는 인구통계학적 변인들에 따라 정상 규준을 개발하는 데 목적이 있다. 본 연구에서 밝혀진 수정된 TMT에 대한 주요 인구통계학적 변인들은 연령과 교육으로 예비 연구 결과와 일치하였다(박미선, 최진영, 2001). 수정된 TMT의 A, B, C 형 모두에서 연령이 높을수록, 그리고 교육이 낮을수록 완성 시간이 유의미하게 오래 걸렸다. 이는 기존의 TMT에 대한 연구 결과들과도 일치한다(Bornstein, 1985; Wiederholt et al, 1993). 그러나 오류 수는 연령 및 교육과 유의미한 상관을 보이지 않았는데, 이는 Whalin,

표 4. 규준 집단별 수정된 TMT의 평균과 표준편차

| 연령 (세) | 교육 (년) | | A | | B | | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 완성시간 | 오류 수 | 완성시간 | 오류 수 | 완성시간 | 오류 수 |
| 55-64 | ≤6 | 평 균 | 37.55 | .15 | 45.75 | 1.15 | 96.55 | 2.15 |
| | | 표준편차 | 19.47 | .49 | 33.23 | 1.50 | 38.20 | 2.30 |
| | >6 | 평 균 | 21.45 | 5.00E-02 | 22.25 | .50 | 61.10 | 1.40 |
| | | 표준편차 | 6.07 | .22 | 6.86 | .69 | 26.99 | 1.31 |
| 65-74 | ≤6 | 평 균 | 52.55 | .30 | 61.90 | .65 | 164.85 | 2.25 |
| | | 표준편차 | 23.48 | .73 | 47.00 | 1.39 | 105.14 | 1.83 |
| | >6 | 평 균 | 31.85 | .30 | 28.20 | .55 | 69.80 | 1.35 |
| | | 표준편차 | 14.32 | .66 | 10.42 | .76 | 34.57 | 1.46 |
| 75-84 | ≤6 | 평 균 | 76.70 | .45 | 99.30 | 1.05 | 221.10 | 3.15 |
| | | 표준편차 | 60.97 | .83 | 100.82 | 1.50 | 139.09 | 1.79 |
| | >6 | 평 균 | 36.60 | .10 | 39.30 | .60 | 111.45 | 2.45 |
| | | 표준편차 | 13.85 | .31 | 25.95 | .82 | 55.90 | 2.48 |
| 총 계 | | 평 균 | 42.78 | .23 | 49.45 | .75 | 120.81 | 2.12 |
| | | 표준편차 | 33.59 | .59 | 54.29 | 1.17 | 95.18 | 1.97 |

Backman, Walhin와 Winblad (1996)의 연구와 일관되는 결과이다. 한편, 성별은 수정된 TMT의 3가지 모두에서 유의미한 상관을 보이지 않았다. 일부 기존 연구에서 TMT와 성별간의 상관이 유의미하지 않다는 보고도 있지만(Bornstein, 1985; Waldmann, Dickson, Monohan, & Kazelskis, 1992), 본 연구의 참여자들 중 80%(96명)가 여성이었음을 고려할 때 아직 어떤 결론을 내리는 것은 성급할 것으로 보인다. 수정된 TMT에 대한 성별 규준 집단의 필요성은 추후 연구들에 따라 결정되어져야 하겠다.

문식성에 따라 수정된 TMT에서 유의미한 수행 차이를 보이는지 분석한 결과, 연령과 교육을 통제하면, 수정된 TMT 모두에서 두 집단 간 수행 차이가 유의미하지 않은 것으로 관찰되었다. 즉, 언어적 요구를 최소화하도록 수정된 TMT의 절차가 타당하고, 수정된 TMT를 기능적 문맹 집단과 문해 집단에 실시할 때 동일한 검사 절차와 규준을 적용하는 것이 가능함을 시사한다. 단, 이는 1에서 15까지의 숫자를 읽는데 어려움이 없다는 전제 하에서만 가능하다. 본 연구의 참여자들은 기능적 문맹자들일지라도 1에서 15까지의 숫자를 읽는데는 어려움을 보이지 않았다. 보다 확고한 결론을 위해서 추후 연구에서 좀더 다양한 지역을 포함한 분석 과정이 필요하겠다.

수정된 TMT의 구성 타당도를 위해 K-DRS 및 CDST와의 상관 분석을 시행한 결과, 수정된 TMT는 기존의 연구 결과들과 유사하게 주의, 기억, 전두엽 과제, 전반적 인지 상태를 대표하는 총점 등과 밀접한 상관을 보였다. 수정된 TMT의 신경심리학적 특징을 살펴보면, A와 B형간의 완

성 시간에서는 유의미한 차이가 없었으나, 오류 수에서는 A형에 비해 B형에서 유의미하게 증가하였으며, 각 검사에 대해 기여하는 인지적 특성들에도 다음과 같이 차이가 있는 것으로 나타났다.

A형의 완성에는 숫자에 대한 문자 경험이 중요하고, 무선 배치된 숫자들을 검토(scan)하고 숫자 순서대로 자극을 찾아야 하기 때문에 세모와 네모를 번갈아 잇기만 하면 되는 B형에 비해 주의 집중력이 더 요구되는 것으로 생각된다. 반면에, B형의 완성에는 흩어져 있는 세모와 네모들을 시지각적으로 구분하고 교대로 번갈아 잇는 반응(alternative response)이 일차적으로 필요한 것으로 보인다. 한편, A형은 일단 숫자에 대한 경험이 있는 사람들에게는 숫자의 순서가 자동화되어 있기 때문에 자극을 찾는데 시간이 걸릴지라도 순서를 틀리는 경우는 드문 반면에, B형은 새로운 자극들을 학습해야 하고, 세모 다음에 네모를 잇는 순서는 간단하지만 오히려 정해진 순서가 없기 때문에 오류를 범하게 되는 경우가 종종 관찰되었다. C형에서는 대부분의 피검자들은 A와 B형에 비해 완성 시간과 오류 수가 모두 증가하는 양상을 보였다. 이는 C형이 A와 B형에 비해 인지적인 노력이 더 많이 요구되고, 어려운 과제임을 시사한다. C형에 독특하게 기여하는 변인들을 분석해본 결과에 의하면, 전두엽 기능 중에서도 작업 기억(working memory)의 역할이 중요하고, 기존의 B형의 자극들이 자동화된 인지 세트들(숫자 순서와 알파벳 순서)이었던 반면에, 본 연구의 수정된 TMT의 C형 자극들은 새로 학습한 규칙(세모 다음에 네모 순서로 번갈아 이어야 한다)을 잘 기억하는 것이 필요하다. 한편, 수정된 TMT에 공통적으로 기여하는 변인으로 K-DRS의 구성이 있었는데, 이는 모두 시공간적인 탐색을 통해 목표 자극을 찾아 이어야 하는 '그리기' 능력이 필요한 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

수정된 TMT에 대한 신경심리학적 특징들을 K-DRS나 CDST와 같이 간단한 선별 검사만으로 평가한 것이기 때문에, 현재로서는 확정적인 결론을 내리기에는 제한점이 있다. 다만, 적어도 기존의 TMT처럼 수정된 TMT에서도 A형과 B형에 비해 C형의 수행에 고등인지 능력이 필요하고, 수정된 TMT는 주의력 및 전두엽 기능을 측정하며, 문식성 요구를 최소화하도록 제작된 것으로 시사되었다. 수정된 TMT의 세부 과제들간의 독특한 특징과 타당도를 알아보기 위해서는 보다 광범위한 신경심리 검사들은 물론 기존의 TMT, 그리고 환자 집단과 비교 분석하는 연구가 필요하겠다. 본 연구에서는 피검자들이 노인이라는 점에서 지나치게 긴 검사들을 실시하는데 제한이 있었고, 기존의 TMT는 숫자와 철자로 구성되어 있어서 정상 노인임에도 불구하고 종종 기능적 문맹이거나 저학력 노인들에게 실시하는데 어려움이 있어 연구에 포함하지 못했다.

국내에서는 TMT의 광범위한 유용성에도 불구하고 기초적인 타당도 연구와 50대 미만의 규준 연구(이성훈, 박희정, 이희상, 1996; 하규섭, 권준수, 류인균, 2002) 외에는 연구된 것이 드물다. 외국에서도 TMT의 노인 규준 연구는 최근에 몇몇 연구가 이루어졌으나(Wiederholt et al, 1993; Wahlin et al., 1996), 주로 완성 시간에 대한 규준을 제시하여 오류의 기본 발생률에 대한 정보는 거의 없었다. 본 연구는 75세 이상의 고연령과 6년 이하의 교육을 포함한 규준을 마련하였고, 비록 사례수가 작기는 하지만 완성시간 뿐만 아니라 오류 수에 대해서도 규준을 제시한데 의미가 있다.

최근 TMT 연구에서는 완성 시간뿐만 아니라 정상 통제 집단이나 특정 질환 집단에서 발생하

는 오류 유형이나 오류 빈도와 같이 오류 분석을 통해 피검자의 수행을 질적으로 분류하려는 시도가 있다(Stuss et al., 2001). 또한, Ruffolo, Guilmette 및 Willis(2000) 연구에 의하면 완성 시간이 뇌손상에 대한 중요한 지표인 반면에, 오류 수 자체가 뇌손상의 유무 및 정도를 구분해주지는 않지만, A 또는 B형에서 4개 이상의 지나치게 많은 오류 수는 과장된 완성 시간과 더불어, 최적의 노력을 하지 않았거나 꾀병인 환자를 탐지하는데 매우 유용한 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 수정된 TMT가 더 짧은 검사임에도 불구하고 이 연구에 비해 평균 오류 수는 훨씬 높은 것으로 관찰되었다. 이는 위의 연구 대상들은 대부분 저연령 고교육 집단이었던 점에 비해 본 연구에서는 6년 이하의 저교육 집단을 포함한 55세 이상의 고연령 집단을 대상으로 한 데에 차이가 있을 것으로 생각된다.

요약하면, TMT의 임상적 및 경제적 유용성에도 불구하고, 국내 임상 장면에서는 적극적으로 활용되고 있지 못하고 있다. 그 이유로 첫째, TMT에 대한 국내 규준 연구가 부족하고, 둘째, 저학력자나 문맹이 많은 한국 노인들에게 숫자와 글자로 이루어진 기존의 TMT를 실시하는데 어려움이 있었다. 이러한 맥락에서 본 연구는 TMT를 문자 능력의 요구를 최소화하도록 수정하였고, 그 타당성을 확인했을 뿐만 아니라 수정된 TMT의 완성 시간과 오류 수에 대한 규준 자료들을 제시한데 의의가 있다. 또한, 본 연구의 결과들은 노인용 심리 검사의 필요성을 독려할 뿐만 아니라 향후 노인 연구나 임상적 평가에 유용한 지침이 되어줄 것으로 기대된다.

## 참고문헌


문혜성 (2001). 한국 노인의 문식성(literacy)과 인지 기능. 성신여자대학교 대학원 석사학위 청구논문

박미선 (1999). 정신분열병의 지각 과정에 영향을 미치는 신경심리학적 기제. 성신여자대학교 대학원 석사학위 청구논문

박미선, 최진영 (2001). 노인을 위한 수정된 Trail Making Test (TMT)의 예비적 연구. 한국임상심리학회 하계 학술대회 포스터, 75-79.

송호정 (2002). 한국 노인의 숫자폭 및 시공간폭 검사 표준화 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 청구논문

이성훈, 박희정, 이희상 (1996). 한국판 Halstead-Reitan 신경심리검사도구의 타당도 연구. 신경정신의학, 35(5), 1165-1175

최진영 (1998). 한국판 치매 평가 검사: Korean-Dementia Rating Scale. 서울: 학지사

최진영, 이소애 (1997). 한국판 치매 평가 검사 (K-DRS)의 규준 연구. 한국심리학회지: 임상, 16(2), 423-433.

최진영, 박미선, 조비룡, 양동원, 김상윤 (2002). 컴퓨터화한 한국형 치매선별검사(Computerized Dementia Screening Test: CDST)의 규준 연구. 한국심리학회지: 임상, 21(2), 445-460.

최진영, 신나영 (2002). 한국판 치매 평가 검사 (K-DRS) 의 확대 규준 연구. 준비 중.

하규섭, 권준수, 류인균 (2002). 한국 성인 주의력 평가를 위한 전산화 도구의 개발과 표준화. 신경정신의학, 41(2), 335-346.

Army Individual Test Battery. (1944). *Manual of directions and scoring.* Washington, D C; War Department, Adjutant General's Office.

Bornstein, R. A. (1985). Normative data on selected

neuropsychological measures from a nonclinical sample. *Journal of Clinical Psychology, 41(5)*, 651-659.

Christensen, K. J., Multhaup, K. S., Nordstrom, S., & Voss, K. (1991). A cognitive battery for dementia: development and measurement characteristics. *Psychological Assessment, 3,* 168-174.

Crowe, S. F. (1998). The Differential Contribution of Mental Tracking, Cognitive Flexibility, Visual Search, and Motor Speed to Performance on Parts A and B of the Trail Making Test. *Journal of Clinical Psychology, 54(5),* 585-591.

Gaudino. E. A., Geisler, M. W., & Squires, N. K. (1995). Construct validity in the Trail Making Test: What makes Part B harder? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 17(4),* 529-535.

Lee, T. M. C., & Chan, C. C. H. (2000). Are Trail Making and Color Trails Tests of equivalent constructs? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 22(4),* 529-534.

Lee, T. M C, Cheung, C. Y., Chan, J. K. P., & Chan, C. C. H. (2000). Trail Making across languages. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 22(6),* 772-778.

Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment.* (3rd. ed). New York: Oxford.

Mattis, S. (1988). *Dementia Rating Scale(DRS): Professional manual. Odessa.* FL: Psychological Assessment Resources.

Rossini, E. D., & Karl, M. A. (1994). The Trail Making Test A and B: A technical note on structural nonequivalence. *Perceptual and Motor Skills, 78,* 625-626.

Ruffolo, L. F., Guilmette, T. J., & Willis, W. G. (2000). Comparison of time and error rates on the Trail Making Test among patients with head injuries, experimental malingerers, patients with suspect effort on testing, and normal control. *The Clinical Neuropsychologist, 14(2)*, 223-230.

Selnes, O. A., Jacobson, L., Machado, A. M., Becker, J. T., Wesch, J., Miller, E. N., Visscher, B., & McArthur, J. C. (1991). Normative deata for a brief neuropsychological screening battery. *Perceptual and Motor Skills, 73,* 539-550.

Storandt, M., Botwinick, J., Danziger, W.L., Berg, L., & Hughes, C. P. (1984). Psychometric differentiation of mild senile dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology, 41,* 497-499.

Stuss, D. T., Bisschop, S. M., Alexander, M. P., Levine, B., Katz, D., & Izukawa, D. (2001). The Trail Making Test: A study in focal lesion patients. *Psychological Assessment, 13(2),* 230-239.

Wahlin, T. R., Backman, L., Wahlin, A., & Winblad, B. (1996). Trail Making Test Performance in a community-based sample of healthy very old adults: effects of age on completion time, but not on accuracy. *Archiaves of Gerontology and Geriatrics, 22*, 87-102..

Waldmann, B. W., Dickson, A. L., Monohan, M. C., & Kazelskis, R (1992). The relationship between intellectual ability and adult performance on the Trail Making Test and the Digit Symbol Modalities Test. *Journal of Clinical Psychology, 48,* 360-363.

Wecker, N. S., Kramer, J. H., Wisniewski, A., Delis, D. C., & Kaplan, E. (2000). Age effect on executive ability. *Neuropsychology, 14(3),* 409-414.

Wiederholt, W. C., Cahn, D., Butters, N. M, Salmon, D. P., Kritz-Silverstein, D., & Barrett-Connor, E. (1993). Effects of age, gender, and education on selected neuropsychological tests in an elderly community cohort. *Journal of the American Geriatric Society, 41,* 639-647.

원 고 접 수 일 : 2002. 10. 30
수정원고접수일 : 2003. 1. 6
게 재 확 정 일 : 2003. 1. 10

한국심리학회지 : 임상
The Korean Journal of Clinical Psychology
2003. Vol. 22, No. 1, 247-259

<Brief Report>

# A Normative Study of the Modified Trail Making Test for Elderly Korean People

Miseon Park
Institute of Psychological Science

Jeanyung Chey
Department of Psychology

Seoul National University

This study purported to develop norms for the Modified Trail Making Test(TMT) in the elderly Korean population. In order to develop valid norms, we examined the correlations of demographic variables with the test performance. We also investigated the construct validity of the Modified TMT. Triangles and squares were substituted for letters, to minimize the effects of literacy. Normative sample consisted of one hundred and twenty elderly volunteers whose age were between 55 and 84 living in Seoul, Kyungki-do, and Kwangju. Age and education proved to be significant factors influencing the response time of the Modified TMT, but not the number of errors. Gender and literacy didn't affect the performance on the Modified TMT. Correlational analyses of the Modified TMT and the subtests of K-DRS and CDST supported that Modified TMT is valid as a test for visual attention, cognitive flexibility, and general cognitive measure. Analyses on the response time and the error rates suggest that the Modified TMT-C demand more cognitive effort and is more difficult than the A and the B test. Normative data of the time and error rates, which were stratified by age and education, were presented. This study provides basic data necessary for further research on and clinical assessment of the aged Korean population.

*Keywords : Trail Making Test, normative study, elderly, neuropsychological test, literacy*