원 저

https://doi.org/10.17340/jkna.2018.2.2

60세 이상 운전자에서 인지장애와 운전에 필요한 인지기능의 연관성

이주연 오응석 손은희 김지영 이민영 김진형[a] 고윤경[a] 이애영

충남대학교병원 신경과, 도로교통공단[a]

Correlation of Driving-related Cognition and Cognitive Impairment in Drivers over the Age of 60

Juyoun Lee, MD, PhD, Eungseok Oh, MD, PhD, Eun Hee Sohn, MD, PhD, Ji Young Kim, MD, Min Young Lee, MD, Jin Hyung Kim[a], Yun Kyoung Ko[a], Ae Young Lee, MD, PhD

Department of Neurology, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea
Road Traffic Authority, Daejeon, Korea[a]

Background: A rate of traffic accidents by elderly drivers increased by 70% between 2011 and 2015 in Korea. Elderly drivers with cognitive impairment are more susceptible to be involved traffic accidents than cognitively normal individuals. This study aimed to evaluate the correlation of driving-related cognition and cognitive impairment in drivers over the age of 60 using the standardized program developed by the Road Traffic Authority (RTA).

Methods: Current drivers older than 60 years were recruited for the study. All participants were tested using the Mini-Mental Status Examination (MMSE), Rey Complex Figure Test (RCFT)-copy, and Digit Symbol Substitution Test (DSST) for cognitive function assessments. The driving aptitude test (DAT) for the elderly developed by RTA consists of 4 different tasks including speed and distance driving tests (SD), visuospatial memory driving tests (VM), sustained attention driving tests (SA), and divided attention driving tests (DA). The participants were divided into two groups by their MMSE score (normal cognition, CN; cognitive impairment, CI).

Results: One hundred fourteen participants were enrolled in the study and 57 of them were assigned to the CI group. In comparison, drivers in CI showed worse scores at DSST, SD, VM, and DA than those in CN. DSST and DA were worsened with increasing age. DSST was the best predictive assessment to be the risk or caution grade in DAT.

Conclusions: We could find a correlation between DAT and cognitive function in drivers over the age 60. These results could be used as the basis of investigating optimal tools for decreasing driving risks in the cognitive impaired elderly.

J Korean Neurol Assoc 36(2):74-80, 2018

Key Words: Drive, Elderly, Cognitive function, Traffic accidents, Attention

서 론

우리나라는 2017년 고령사회로 진입하였으며,[1] 이로 인해 운전면허를 소지하고 있는 고령자 역시 증가하여 2016년 전체 운전자 중 15%는 65세 이상의 고령자였다. 고령 운전자에 의한 교통사고는 2011년 1만 4천 건에서 2015년 3만 4천 건으로 5년간 70%가 증가하였고, 같은 기간 전체 교통사고 중 고령 운전자에 의한 사고의 비율은 6%에서 11%로 증가한 반면, 다른 연령층에서는 사고 비율이 오히려 감소하는 추세였다.[2]

운전은 집중력, 시공간 지각능력, 기억력, 집행기능과 반응속도 등 여러 인지기능과 시각, 청각을 포함하는 신체능력이 필요한 복합적인 기능이다. 나이가 들수록 신체기능과 반응속도가 감소할 뿐만 아니라 인지능력이 저하되며,[3] 다양한 교통상황에 대한 대처 능력도 감퇴하여 고령자는 다른 연령층에 비교해 사고 가능성이

Received November 2, 2017 **Revised** January 8, 2018
Accepted January 8, 2018

Address for correspondence: Ae Young Lee, MD, PhD
Department of Neurology, Chungnam National University Hospital, 282 Munwha-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: +82-42-280-7807 Fax: +82-42-252-8654
E-mail: aelee@cnu.ac.kr

높다. 이전 연구에 의하면 고령자는 자신의 운전능력을 실제 운전능력보다 높게 평가하고 있는 것으로 나타났으며[4] 그중 남자, 고학력, 사회경제적 위치가 높을수록 인지기능이 감퇴해도 운전을 계속하는 경우가 많았다.[5] 치매 환자의 경우 운전 중 길을 잃거나 사고가 발생할 위험이 높아 정상 인지기능을 가진 동일 연령과 비교하면 교통사고 위험이 2.5-4.7배 높다고 알려져 있다.[6,7] 하지만 치매 초기부터 모든 환자의 운전기능이 떨어지는 것은 아니며 알츠하이머치매로 진단받은 환자 중 40%는 운전하는 데 문제가 없다고 보고한 연구도 있다.[8,9] 운전은 노인의 이동과 활동범위를 확대하고 사회적 능력과 자율성을 증가시키는 역할을 하는데,[10] 운전을 하지 못하게 되면 그에 따른 사회적 위축,[11] 고립감과[12] 우울감[13] 등이 나타날 수 있어 고령자에서 운전 제한은 중요하고 민감한 주제이다. 국내에서 고령자를 대상으로 하는 운전 규제는 5년 혹은 3년 주기로 운전적성검사를 받는 정도이며, 몇몇 장애나 질환을 가진 경우[14] 이외에는 아직 인지저하자를 대상으로 하는 구체적인 규정이 마련되어 있지 않은 실정이다. 기존 연구에서도 65세 이상 고령자를 대상으로 운전능력을 평가한 일부 연구가 있었으나,[7,15] 현실적으로 치매 초기나 경도인지장애로 진단받는 경우뿐만 아니라 상대적으로 젊은 나이에 치매를 포함하는 신경퇴행질환으로 진단받는 경우에 계속 운전을 해도 안전한지에 대해 고민하게 되는 경우가 많다.[16] 이에 본 연구에서는 기존 연구와 달리 연구대상 연령을 60세로 확대 적용하여 도로교통공단에서 개발한 고령자 운전적성검사를 이용하여 운전자에서 인지장애와 운전에 필요한 인지기능 사이의 연관성에 대해서 알아보았다.

대상과 방법

1. 대상

본 연구는 2016년 7월부터 2017년 8월까지 충남대학교병원 신경과에 방문하여 주관적 기억장애, 경도인지장애 또는 알츠하이머치매로 진단 받았거나 인지기능이 정상인 보호자를 대상으로 하였다. 모든 대상자는 60세 이상으로, 평소 운전을 하고 있으며 연구에 참여하는 당시에 일시적인 인지기능 저하나 신체능력 저하를 보일 수 있는 내과적 혹은 신경과적 문제가 없는 자로 자발적 서면 동의하에 연구에 참여하였다. 또한, 시력 및 색맹 여부를 확인하여 이상이 있는 경우 연구 참여를 배제하였다. 본 연구는 본원 임상시험센터 허락을 얻은 후 진행하였다. 모든 대상자는 나이와 학력에 따른 간이정신상태검사(mini-mental status examination) 정상 기준에 따라 인지 정상군과 인지 저하군으로 나누었다.

2. 평가항목

연구에 참여한 모든 대상자는 인지기능검사와 도로교통공단에서 개발한 고령자 운전적성검사를 시행하였다. 인지기능검사는 전반적인 상태를 알기 위하여 간이정신상태검사와 임상치매척도(clinical dementia rating)로 평가하였고, 작업속도와 시공간지각능력을 확인하기 위해 숫자부호짝짓기검사(digit symbol substitution test)와 레이복잡도형검사(Rey complex figure test-copy)를 각각 시행하였다.

본 연구에서 사용한 고령자 운전적성검사는 기존에 장애인 등을

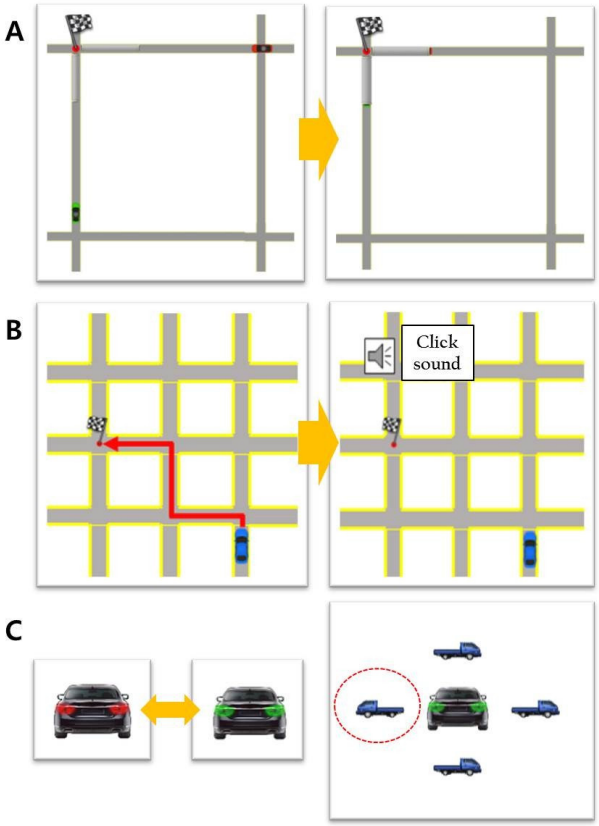

Figure 1. Introduction of the standardized driving aptitude test program developed by Road Traffic Authority. (A) Speed and distance driving tests; Participants expect which color car will arrive at the goal earlier than the other from a speed and a distance of cars. (B) Visuospatial memory driving tests; Participants remember presented routes on the screen and push buttons appropriately that the car gets to the goal. (C) Left: sustained attention driving tests, and right: divided attention driving tests; Participants press the same color button with a presented color of taillight continuously and change as quickly. Simultaneously, they should find and select a car which is located different direction compared with others.

대상으로 평가하던 운전인지지각검사(cognitive perceptual assessment for driving)를 고령자에 적용하기 어려워 도로교통공단에서 고령 운전자에 의한 사고예방 목적으로 개발한 평가도구로써 프로그램 개발 당시 고령자와 비고령자를 각 500명 이상씩 포함한 충분한 크기의 표본을 전국에서 모집하여 점수를 표준화 및 등급화하였으며, 현재 운전면허 갱신이 필요한 고령운전자들을 대상으로 실시하고 있다.

고령자 운전적성검사는 모니터 위에 나타나는 화면을 보고 조이스틱과 2개의 버튼을 이용하며 세 가지 평가를 진행하게 된다. 첫 번째 평가는 속도와 거리 추정 운전검사(distance and speed driving test)로 서로 다른 위치에서 서로 다른 주행속도로 사거리에 접근하는 2대의 차량이 터널을 통과하여 차량이 보이지 않는 상태에서 먼저 사거리에 도착할 것으로 예상하는 차량을 맞추는 검사이다(Fig. 1-A). 두 번째 평가는 시공간 기억 운전 검사(visuospatial memory driving test)로 총 9개의 교차로의 특정 위치에 차량이 있고, 각각 차량이 가야 하는 목적지와 경로가 나타났다가 잠시 후 경로가 사라지면 대상자는 차가 어떤 방향으로 회전하여야 목적지에 도착할 수 있는지 목적지로 가는 길을 기억하여 버튼을 누르면 된다(Fig. 1-B). 마지막 평가는 주의운전검사(attention driving test)로 지속주의능력과 분산주의능력을 동시에 평가한다. Fig. 1-C에서 보이는 것처럼 화면 중앙에 차량 후미등이 녹색 혹은 적색으로 나타나며, 한 손으로 해당 색 버튼을 지속해서 누르고, 동시에 화면의 사방에 위치한 4개의 차량 중 다른 곳을 향하고 있는 차가 있는 곳으로 조이스틱을 옮기면 된다. 후미등 색은 5초에서 12초 간격으로 무작위로 변한다. 모든 평가는 연습문제를 미리 풀어 환자가 검사방법을 충분히 숙지한 후 진행하였다. 결과는 각 검사항목에 따른 점수와 전반적인 운전 점수로 나타나며, 전반적인 운전 점수와 각 항목은 기존 도로교통공단 데이터베이스에 근거하여 나이에 따라 하위 15% 미만은 위험, 하위 15-50%는 주의, 상위 15-50%는 양호 그리고 상위 15% 이내는 우수 수준으로 각각 평가하였다.

3. 방법

분석에는 SPSS version 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 참여 대상자의 성격 및 분포는 기술통계와 빈도분석으로 확인하였다. 운전능력과 인지기능의 상관관계는 피어슨 상관관계 분석을 이용하였고, 운전적성검사에서 위험이나 주의 판정을 받아 운전이 부적합하다는 결과를 받는 데 영향을 미치는 인자를 확인하기 위해서 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 연령에 따른 인지기능과 운전적성검사 결과의 차이는 공분산분석을 이용하였고, 학력과 운전기간을 보정하였다. 모든 분석에서 통계적 유의수준은 0.05 미만으로 정의하였다.

Table 1. Baseline characteristics of the elderly whose age over 60

	Total (n=114)	CN (n=57)	CI (n=57)	*p*-value
Age	70.9±5.4	70.6±5.4	71.1±5.4	0.60
Gender (male, %)	78.9	71.9	86.0	0.11
Duration of education (years)	11.3±4.1	11.3±4.0	11.4±4.2	0.94
Duration of driving (years)	31.7±8.8	30.2±9.6	33.5±8.1	0.05
Cognitive function test				
MMSE	27.1±2.2	28.8±0.9	25.3±1.7	0.00
CDR	0.4±0.4	0.1±0.3	0.6±0.4	0.00
CDR-SB	1.5±2.1	0.3±1.0	2.6±2.3	0.00
RCFT-copy	31.0±3.9	31.6±2.9	30.3±4.6	0.08
DSST	44.3±16.4	48.1±14.8	40.6±17.1	0.02
Driving aptitude test				
Distance and speed	18.3±4.4	19.7±3.6	16.9±4.7	0.00
Visuospatial memory	23.5±9.1	25.5±8.5	21.5±9.4	0.02
Sustained attention	18.1±6.0	18.1±5.7	18.1±6.2	0.96
Divided attention	15.7±5.1	17.1±4.6	14.3±5.2	0.00
Overall driving grade (%)				
Caution grade[a]	10.5	7.0	14.0	0.20
Risk grade[a]	13.2	8.8	17.5	0.20

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise indicated.
CN; group of cognitive normal participants, CI; group of cognitive impaired participants, n; numbers, MMSE; mini-mental status examination, CDR; clinical dementia rating, CDR-SB; CDR-sum of boxes, RCFT; Rey complex figure test, DSST; digit symbol substitution test.
[a]Caution grade is lower 15-50 percentile and risk grade is below 15 percentile of driving ability.

Table 2. Correlation between driving aptitude test and cognitive function adjusted with age, education and driving years

	Total driving ability	Speed and distance	Visuospatial memory	Sustained attention	Divided attention
	r	*r*	*r*	*r*	*r*
MMSE	0.46[a]	0.39[a]	0.30[a]	0.22[b]	0.35[a]
CDR	-0.32[a]	-0.28[a]	-0.22[b]	-0.2	-0.23[b]
CDR-SB	-0.32[a]	-0.27[a]	-0.21[b]	-0.16	-0.25[b]
RCFT	0.30[a]	0.19	0.42[a]	0.03	0.34[a]
DSST	0.39[a]	0.33[a]	0.13	0.38[a]	0.39[a]

r; pearson's correlation coefficient, MMSE; mini-mental status examination, CDR; clinical dementia rating, CDR-SB; CDR-sum of boxes, RCFT; Rey complex figure test, DSST; digit symbol substitution test.
[a]*p*-value <0.01; [b]*p*-value <0.05.

Table 3. Multiple logistic regression analysis for predicting poor grades in driving aptitude test

	OR	95% CI	*p*-value
Age	0.93	0.83-1.03	0.16
Education	0.87	0.75-1.02	0.09
MMSE[a]	1.36	1.03-1.79	0.03
DSST: normal=0, abnormal=1	4.35	1.31-14.46	0.02

OR; odds ratio, CI; confidence interval, MMSE; mini-mental status examination, DSST; digit symbol substitution tests.
[a]MMSE score was used as negative number in this analysis.

결 과

1. 연구대상자의 특성

연구에 참여를 희망한 자는 124명이었으나 이 중 고령자 운전적성검사를 수행하다가 중도 포기하거나 연습을 해도 검사를 수행하지 못하고 중단한 사람이 10명 있었다. 총 연구에 참여한 114명의 평균 연령은 71세, 교육연수는 11년이며, 운전기간은 32년이었다. 전체 참여자의 간이정신상태검사 평균 점수는 27점이었다(Table 1).

2. 인지 정상군과 인지 저하군의 특성 및 운전적성검사 결과 비교

총 114명의 환자 중 인지 정상군과 인지 저하군은 각 57명씩이었다. 양군 사이에 남녀 비율, 운전기간과 교육연수에 차이는 없었다. 인지 저하군에서 31.5%, 인지 정상군에서 15.8%가 운전적성검사에서 주의 혹은 위험 수준을 보였다. 시공간능력평가인 레이복잡도형검사 점수는 인지 정상군에서 더 우수하였지만 통계적 차이는 없었고, 작업속도를 반영하는 숫자부호짝짓기검사는 인지 정상군에서 점수가 의미 있게 더 높았다. 운전적성검사에서 속도와 거리추정 운전검사, 시공간기억 운전검사와 분산주의 운전검사 결과는 인지 정상군의 수행능력이 더 좋았지만 지속주의 운전검사 점수는 양군에 차이가 없었다(Table 1).

3. 운전적성검사와 인지기능의 연관성

전체 운전적성검사 결과는 간이정신상태검사, 임상치매척도와 숫자부호짝짓기검사와 모두 중등도의 연관성을 보였고, 시공간기억 운전검사는 레이복잡도형검사와 분산주의 운전검사는 간이정신상태검사, 레이복잡도형검사 그리고 숫자부호짝짓기검사와 각각 중등도의 상관관계를 보였다(Table 2).

단순 로지스틱회귀분석에서 의미 있는 인자들을 포함하여 분석한 다중 로지스틱회귀분석 결과, 고령자 운전적성검사에서 주의 또는 위험 판정을 받을 가능성은 간이정신상태검사 점수가 1점 낮을 때 1.4배, 숫자부호짝짓기검사가 정상기준보다 떨어지는 경우 4.4배 높게 나타났다(Table 3).

4. 연령에 따른 운전적성검사 결과 비교

75세 이상 운전자는 상대적으로 젊은 노인에 비해 전반적으로 운전기간과 교육연수가 더 길었다. 각 연령대에서 전반적인 인지기능이나 시공간능력평가 결과는 통계적으로 차이가 없었으나, 숫자부호짝짓기검사는 연령이 높을수록 수행이 저조하였다. 분산주의 운전검사에서는 연령이 높아질수록 그 점수가 유의하게 낮아졌

Table 4. Differences of driving-related cognition based on ages in the elderly

	60-64 (n=18)	65-69 (n=32)	70-74 (n=29)	75~ (n=35)	*p*-value
Age	63.0±1.2	67.3±1.4	72.2±1.6	77.1±2.1	0.00
Gender (male, %)	61.1	71.9	82.8	91.4	0.05
Duration of education (year)	10.3±3.9	10.3±3.8	10.8±4.8	13.3±3.1	0.01
Duration of driving (year)	26.8±6.3	29.8±8.1	34.2±9.3	34.3±9.3	0.01
Cognitive function test[a]					
MMSE	27.3±2.4	27.3±2.1	27.0±2.5	26.8±2.0	0.32
CDR	0.3±0.4	0.3±0.4	0.3±0.4	0.5±0.4	0.07
CDR-SB	1.1±1.8	1.2±2.1	1.1±2.0	2.2±2.2	0.12
RCFT	31.5±3.8	31.4±3.4	30.4±4.8	30.8±3.6	0.28
DSST	51.6±22.3	43.0±16.0	46.4±15.2	39.4±13.3	0.00
Driving aptitude test[b]					
Distance and speed	19.3±4.1	19.3±4.9	16.8±4.9	18.1±3.5	0.05
Visuospatial memory	26.9±7.7	23.6±8.6	23.3±10.3	22.7±9.2	0.11
Sustained attention	18.2±5.7	17.8±5.7	18.6±6.4	17.8±6.2	0.85
Divided attention	18.3±3.6	16.3±5.0	15.4±5.1	14.2±5.4	0.00

Values are presented as mean±standard deviation unless otherwise indicated.
MMSE; mini-mental status examination, CDR; clinical dementia rating, CDR-SB; CDR-sum of boxes, RCFT; Rey complex figure test, DSST; digit symbol substitution test.
[a]Adjusted by duration of education; [b]Adjusted by duration of driving and education.

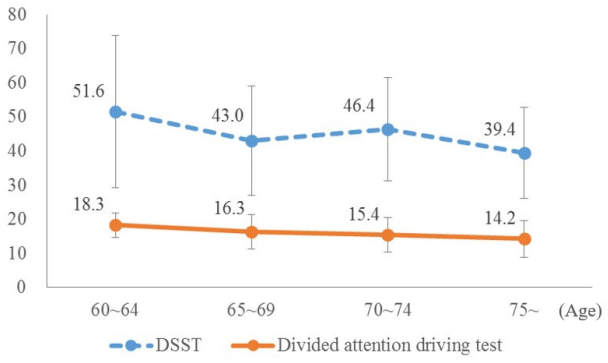

Figure 2. Comparisons of mean scores in DSST and divided attention driving tests by ages. Scores of DSST and divided attention driving test were worsened with increasing age. DSST; digit symbol substitution test.

다(Table 4, Fig. 2).

고 찰

본 연구에서 인지 저하군은 인지 정상군과 비교하였을 때 시공간능력은 비슷하였으나 숫자부호짝짓기검사를 잘 수행하지 못하였고, 고령자 운전적성검사 결과는 지속주의를 제외한 모든 영역에서 저조한 수행결과를 보였다. 인지 저하군 중 31.5%에서 운전적성검사 결과 위험 혹은 주의가 필요한 것으로 나타났으며, 이는 인지 정상군(15.8%)보다 높은 비율이었다. 간이정신상태검사 점수를 기준으로 인지 정상군과 인지 저하군으로 대상자를 분류하였을 때 인지 정상군에서도 운전적성검사상 위험 또는 주의 판정을 받는 경우가 15.8%인 것은 간이정신상태검사만으로 운전 위험성을 판단하기 어렵다는 점을 시사한다. 본 연구에서 전반적인 인지기능을 평가하는 간이정신상태검사와 운전적성검사 결과 사이에는 중등도의 상관관계가 있었다. 이는 운전능력과 간이정신상태검사 사이에 연관성이 있다는 이전 연구[17]와 같은 결과지만 일부 연구에서는 간이정신상태검사만으로는 추후에 발생할 사고를 예측할 수 없으며,[18] 간이정신상태검사가 27점 이상으로 인지기능이 좋은 경우에는 운전능력과의 관계가 불분명하여[19] 운전능력평가의 기준으로 삼기에는 부족하다는 주장도 있다.[20] 이러한 결과들을 토대로 본 연구에서는 간이정신상태검사와 같은 전반적 인지기능 검사 이외에 운전능력과 관련된 세부적인 인지기능검사와 운전능력을 간접적으로 평가할 수 있는 운전적성검사를 함께 이용하였다.

전반적인 인지기능 평가는 대표적인 선별검사이며, 짧은 시간에 손쉽게 평가할 수 있고, 반복검사를 통해 인지저하의 진행 정도를 쉽게 확인할 수 있는 간이정신상태검사와[21] 임상치매척도[22]를 이용하였고, 세부 인지기능 평가항목으로 시공간능력을 반영하는 레이복잡도형검사와[23] 작업속도와 조정능력을 함께 평가할 수 있는 숫자부호짝짓기검사[24]를 하였다. 시공간능력은 운전에서 매우 중요하며, 운전과 밀접한 관계를 맺는 기능[17,25]으로 거리를 판단하고 사고를 예측할 수 있게 하며,[26] 알츠하이머치매에서 레이복잡도형검사 점수가 낮을수록 운전 위험이 증가된다고 한다.[27,28] 숫자부호짝

짓기검사는 조건에 맞는 적절한 반응을 선택하고 빠르게 그릴 수 있는지를 평가함으로써 운전에 필요한 상황 인지와 신체 반응속도를 간접적으로 평가할 수 있다. 기존 연구에도 초기 치매 환자와 인지기능이 정상인 고령자를 대상으로 검사를 수행하였을 때, 숫자부호짝짓기검사가 운전능력저하의 선별검사로 적합하다고 보고하였으며,[29] 본 연구에서도 숫자부호짝짓기검사 수행이 저조한 경우 운전적성검사에서 위험 혹은 주의군에 속하게 될 가능성이 4배 이상 높았고, 본 연구에 사용된 인지기능 평가항목 중 숫자부호짝짓기검사가 운전적성검사에 부적합 판정을 받을 가능성을 가장 잘 예측할 수 있는 인자였다.

본 연구에서 사용한 고령자 운전적성검사는 실제 운전상황을 충실하게 모사 혹은 반영하여 간단하고 효율적으로 검사를 진행할 수 있게 구성되어 있으며, 고령자가 비고령자에 비해 운전적성검사 점수가 낮고, 비사고자보다 사고자에서 운전적성검사 점수가 떨어져 실제 운전 시에 나타날 사고발생 위험을 예측할 수 있다. 아직 대규모 연구를 통해 실제 운전능력과의 관련성을 확인하지는 못하였으나, 모의 주행상황 교육용 시뮬레이터를 동시에 수행하여 운전능력과 고령자 운전적성검사와의 관련성을 확인한 기존 연구에서 운전적성검사 점수가 낮을수록 천천히 오래 운전하는 조심운전 행동이 많이 나타났다.[30] 이는 운전하는 동안 결정에 대한 확신이 부족해짐에 따라 조심스러운 운전을 하게 되고, 이러한 지나친 조심운전은 신속한 운전 동작이 필요한 부분에서 오히려 교통사고를 유발할 수 있다고 알려져 있다.[31]

본 연구에서 인지 저하군은 대부분의 인지기능과 운전적성검사 결과가 인지 정상군보다 저조한 결과를 보였으나 그중 레이복잡도 형검사와 지속주의 운전검사의 경우 양군에 차이가 없었다. 본 연구의 대상자는 인지기능 저하를 호소하지 않는 고령자부터 치매 환자까지 모두 포함하였으나, 실제로 치매 환자의 인지기능이 많이 저하된 경우 연구 참여 도중 검사를 포기하거나 이미 운전을 중단하여 연구에 포함되지 않은 경우가 많아 인지 저하군은 대부분 초기 치매 환자로 구성되었다. 주의력은 알츠하이머치매 초기에 모두 떨어지지 않고, 매우 초기에는 부적절한 반응을 억제하는 선택적 주의력이 저하되며 그다음에 분산주의력이 저하되고, 상대적으로 지속주의력은 늦게까지 잘 유지된다고 알려져[32] 본 연구에 참여한 대상자가 대부분 정상, 경도인지장애 혹은 치매 초기에 해당하여 양군의 지속 주의력이 비슷하게 나타난 것으로 생각할 수 있다.

고령의 인지 저하군은 인지 정상군보다 분산주의 운전검사와 숫자부호짝짓기검사에서 점수가 더 낮았고, 고령자 전체에서도 나이가 많아질수록 이 검사에서 모두 수행능력이 저조하였다. 지속주의력이 운전 시 앞 차량의 움직임 등을 지속해서 살피고 적절하게 반응을 하는 데 필요한 능력이라면 분산주의력은 주변 도로, 차량 또는 보행자 등과 관련된 정보를 파악하는 능력이다. 즉, 주변상황을 잘 확인하여 갑자기 튀어나오는 보행자나 다른 차량을 빠르게 파악하고, 교차로에 진입할 때 주변 차량과 보행자에게 적절히 주의를 분산시켜 파악하는 능력을 반영한다. 이러한 판단과 반응속도가 늦어지는 것이 고령 운전자의 특징으로 숫자부호짝짓기검사가 나이가 많아질수록 저조한 수행을 보이는 것과 일치한다. 실제 복잡한 교통상황에서 발생하는 교통사고는 나이가 많아질수록 증가하는 경향이 있고, 그중 고령운전자 사고는 교차로 사고가 많은 것이 특징이다.[33] 고령 운전자는 특정 대상에 대한 주시 빈도는 적고 주시 시간은 더 길어 정보의 선택-판단-반응과정이 지연되며,[34] 젊은 운전자와 비교하면 반응시간과 속도 예측력이 저하된다는 보고가 있다.[35] 이처럼 고령자 운전자에서 특히, 인지기능이 저하된 경우는 주변환경의 급격한 변화에 대한 정확한 판단과 대처능력이 떨어지게 된다.

국내에서 고령자를 대상으로 운전시뮬레이터를 이용하여 운전능력을 평가한 연구도 있었고,[15] 인지기능이 저하된 고령자를 대상으로 운전능력을 평가한 연구도 있었으나,[7] 대부분의 연구는 시간과 비용이 많이 필요하거나 연구에 참여한 대상자의 숫자가 적다는 한계가 있었다. 하지만 본 연구에 사용한 도로교통공단에서 개발한 운전적성검사는 짧은 시간에 대상자의 운전과 관련된 기능을 평가할 수 있고 반복 평가를 하면 정량화된 수치를 통해 기능 변화를 확인할 수 있는 장점이 있다. 본 연구는 대상자의 시력이나 색맹 여부를 문진으로 확인하였고, 정확한 안과 진찰이 이루어지지 않았으며, 직접적인 운전능력평가를 수행하지는 못하였다는 제한점이 있어 추후 운전능력과의 직접적인 관련성을 확인하고 더 많은 고령운전자를 대상으로 연구를 진행하여 운전능력 감퇴를 정확하게 예측할 수 있는 인지평가모델을 개발하는 후속 연구가 필요하다.

결 론

본 연구를 통해 고령자 인지 저하군에서 전반적 운전적성검사 결과 중 분산주의 운전능력과 관련 인지기능이 저하되는 것을 알 수 있었고, 숫자부호짝짓기검사가 고령자 운전적성검사 결과에서 운전 부적합 판정을 받을 가능성을 예상하는 적절한 검사임을 확인하였다. 이러한 결과는 향후 고령자 인지상태에 따라 교통사고 위험을 낮추기 위한 자료 수집 및 평가도구 개발에 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Statistics. Ministry of the Interior and Safety 2017. [online] 2017 Jan 26 [cited 2017 Sep 27]. Available from: URL:http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA002&conn_path=I2.
2. The Road Traffic Authority, Traffic Analysis. The Road Traffic Authority 2016. [online] 2016 Nov [cited 2017 Sep 27]. Available from: URL:http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/exs/typical.do?menuId=WEB_KMP_OVT_UAS_TAT.
3. Anstey KJ, Wood J, Lord S, Walker JG. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clin Psychol Rev* 2005;25:45-65.
4. Freund B, Colgrove LA, Burke BL, McLeod R. Self-rated driving performance among elderly drivers referred for driving evaluation. *Accid Anal Prev* 2005;37:613-618.
5. Ross LA, Anstey KJ, Kiely KM, Windsor TD, Byles JE, Luszcz MA, et al. Older drivers in Australia: trends in driving status and cognitive and visual impairment. *J Am Geriatr Soc* 2009;57:1868-1873.
6. Tuokko H, Tallman K, Beattie BL, Cooper P, Weir J. An examination of driving records in a dementia clinic. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995;50:S173-S181.
7. Kim HJ, Chang MS, Lee HW, Kim YE, Kwak HW. Impairments of visual attention and driving performance in older adults with declined cognitive functions. *Kor J Clin Psychol* 2011;30:93-112.
8. Fox GK, Bowden SC, Bashford GM, Smith DS. Alzheimer's disease and driving: prediction and assessment of driving performance. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:949-953.
9. Choi SH, Lee J, Kim SJ, Choi JY, Kwon JW, Yoon BN, et al. Driving in patients with dementia: a CREDOS (Clinical Research Center for Dementia of South Korea) Study. *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2014;13:83-88.
10. Persson D. The elderly driver: deciding when to stop. *Gerontologist* 1993;33:88-91.
11. Marottoli RA, de Leon CFM, Glass TA, Williams CS, Cooney LM Jr, Berkman LF. Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. *J Gerontol B Psychol Sci* Soc Sci 2000;55:S334-S340.
12. Mezuk B, Rebok GW. Social integration and social support among older adults following driving cessation. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2008;63:S298-S303.
13. Ragland DR, Satariano WA, MacLeod KE. Driving cessation and increased depressive symptoms. J *Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2005;60:399-403.
14. Koh SH, Kim HT, Kim J, Kim SH, Kim MH. Epilepsy and driving: a survey on the opinions of Korean neurologists. *J Korean Neurol Assoc* 2001;19:485-488.
15. Han SW. Evaluation of the driving performance of elderly people using virtual driving Simulator. *The Korean Entertainment Industry Association* 2016;2:95-10.
16. Oh E, Lee AY. Mild cognitive impairment. *J Korean Neurol Assoc* 2016;34:167-175.
17. Meyers JE, Volbrecht M, Kaster-Bundgaard J. Driving is more than pedal pushing. *Appl Neuropsychol* 1999;6:154-164.
18. Fox GK, Bowden SC, Bashford GM, Smith DS. Alzheimer's disease and driving: prediction and assessment of driving performance. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:949-953.
19. Lesikar SE, Gallo JJ, Rebok GW, Keyl PM. Prospective study of brief neuropsychological measures to assess crash risk in older primary care patients. *J Am Board Fam Pract* 2002;15:11-19.
20. Crizzle AM, Classen S, Bédard M, Lanford D, Winter S. MMSE as a predictor of on-road driving performance in community dwelling older drivers. *Accid Anal Prev* 2012;49:287-292.
21. Tombaugh TN, McIntyre NJ. The mini-mental state examination: a comprehensive review. *J Am Geriatr Soc*1992;40:922-935.
22. Hughes CP, Berg L, Danziger WL, Coben LA, Martin RL. A new clinical scale for the staging of dementia. *Br J Psychiatry* 1982;140:566-572.
23. Van Gorp WG, Satz P, Mitrushina M. Neuropsychological processes associated with normal aging. *Developmental Neuropsychology* 1990;6:279-290.
24. Salthouse TA. What do adult age differences in the digit symbol substitution test reflect? *J Gerontol* 1992;47:121-128.
25. Reger MA, Welsh RK, Watson GS, Cholerton B, Baker LD, Craft S. The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: a meta-analysis. *Neuropsychology* 2004;18:85-93.
26. Johansson K, Lundberg C. The 1994 international consensus conference on dementia and driving: a brief report. Swedish National Road Administration. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 1997;11 Suppl 1:62-69.
27. Dawson JD, Anderson SW, Uc EY, Dastrup E, Rizzo M. Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. *Neurology* 2009;72:521-527.
28. Barrash J, Stillman A, Anderson SW, Uc EY, Dawson JD, Rizzo M. Prediction of driving ability with neuropsychological tests: demographic adjustments diminish accuracy. *J Int Neuropsychol Soc* 2010;16:679-686.
29. Lafont S, Marin-Lamellet C, Paire-Ficout L, Thomas-Anterion C, Laurent B, Fabrigoule C. The wechsler digit symbol substitution test as the best indicator of the risk of impaired driving in Alzheimer disease and normal aging. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2010;29:154-163.
30. Se-Hyeon L. Depending on the elderly driver's cognitive function test score competency comparison of educational driving simulator. *Korean Road Traffic Authority* 2016;35:133-146.
31. Lee SY, Lee SC, Kim IS. Analysis of the risk factors in the situation of a left turn by the aged driver's vehicle. J*ournal of the Korean Data Analysis Society* 2006;8:375-390.
32. Perry RJ, Watson P, Hodges JR. The nature and staging of attention dysfunction in early (minimal and mild) Alzheimer's disease: relationship to episodic and semantic memory impairment. *Neuropsychologia* 2000;38:252-271.
33. Hakamies-Blomqvist L, Henriksson P. Cohort effects in older drivers' accident type distribution: are older drivers as old as they used to be? *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour* 1999;2:131-138.
34. Shin YK, Lee KH, Park JY. Older drivers' visual perception and driving behavior. *Journal of Traffic Safety Research* 1998;17:153-168.
35. Park SW, Yoo HC, Lim MH, Hwang SI, Kim EJ, Choi ES, et al. Driving status, habits and safety of older drivers. *J Korean Acad Rehabil Med* 2010;34:570-576.