

기능시험장을 활용한 고령운전자 운전능력 평가방법 개발 연구

A Study on Evaluation Method for Older Drivers Driving Ability Using Driving Course Test Site

김 대 원* · 황 순 천** · 이 동 민***

* 주저자 : 서울시립대학교 스마트시티학과 석사과정

** 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 박사과정

*** 교신저자 : 서울시립대학교 교통공학과 & 스마트시티학과 교수

Daewon Kim* · Sooncheon Hwang** · Dongmin Lee***

* Dept. of Smart cities., Univ. of Seoul

** Dept. of Transportation Eng., Univ. of Seoul

*** Professor, Dept. of Transportation Eng & Smart cities., Univ. of Seoul

† Corresponding author : Dongmin Lee, dmlee@uos.ac.kr

Vol. 21 No.1(2022)
February, 2022
pp.141~158

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.1.141>

Received 7 January 2022
Revised 17 January 2022
Accepted 24 January 2022

© 2022. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

고령운전자를 대상으로 하는 운전적성검사 체계는 국내에 다수 마련되어 있으나, 실차주행을 통해 실질적인 운전능력을 평가하는 항목 및 체계는 마련되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 현재 국내에 존재하는 실차주행 평가방식인 기능시험 평가항목이 고령 일반 운전자의 운전능력 차이를 설명하는지 확인하고, 장내기능시험장을 활용하여 별도 평가항목을 개발하고 자 실차주행실험을 수행하였으며, 운전자별 주행행태 데이터를 비교·분석하여 연령 및 신체·인지 능력에 따른 고령운전자의 운전능력 관련 통계적 유의성을 검토하였다. 그 결과, 기존의 기능시험 평가항목보다 별도 개발한 평가항목이 운전능력에 대해 더 높은 설명력을 갖추고 있음을 확인하였다. 이 결과를 바탕으로, 실차주행을 통한 실질적인 고령운전자 운전능력 평가방법 마련 및 시스템 개발에 대한 방향성 및 시사점을 제시하였다.

핵심어 : 고령운전자, 장내기능시험장, 실차주행실험, 운전능력평가

ABSTRACT

Currently, there are some aptitude test systems for older drivers in Korea. However, there are no methods and systems to evaluate the real driving ability for older drivers based on filed driving test. This study was conducted to investigate the availability to use the driving course test used for driving license for identifying difference in driving ability of older and non-older drivers. For the research purpose, filed experiments were conducted using the real driving course test site and evaluation times used in the field. In particular, driving behavior data that obtained from the experiments for two driver groups, older and non-older drivers, were analyzed and compared. From several statistical analyses of driving ability and vision and cognitive ability, it was found that the currently used driving course test site and evaluation times were not appropriated to identify driving ability deficiency of older drivers. To solve the problem, this study developed five evaluation items to identify driving ability deficiency of older drivers using the currently used driving course test site. It was also found that the developed five evaluation items have statistically significant correlation with vision and cognitive ability.

Key words : Older driver, Driving course test site, Field driving experiment, Driving ability evaluation, Vision and cognitive ability

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 2020년 전체 인구 중 65세 인구가 15.7%를 차지하는 고령사회에 진입하였으며, 2025년에는 고령 인구가 전체 인구 중 20.3% 이상을 차지하는 초고령화 사회에 진입할 것으로 전망되고 있다(Statistics Korea, 2020). 또한 경찰청 교통사고 통계에 따르면, 고령운전자의 경우 타 연령대와 비교하여 교통사고 발생 건수 및 사고율이 매년 증가하고 있어 이에 대한 대비가 요구되고 있는 상황이다(Traffic Accident Analysis System, 2021). 고령운전자 관련 교통사고가 증가하는 요인은 노화로 인하여 운전엔 필요한 신체 및 인지 능력이 저하되어 교통사고 발생 위험이 높아지는 특징을 보이기 때문이다. 이에 고령운전자에 대해서는 보다 실질적인 운전적성검사를 통하여 충분한 운전능력을 갖춘 경우에 한해 유효한 운전면허를 발급하는 것이 필요하다.

고령운전자를 대상으로 운전능력을 검사하는 평가방법은 다양하다. 국내에서는 시력 중심의 신체검사와 인지능력 평가를 통하여 운전능력을 간접적으로 평가하는 방식을 활용하고 있으나, 이 방법은 실질적인 운전능력을 평가하는 데 한계가 있다. 미국, 일본 등 해외에서는 신체검사, 인지능력검사 외 실차주행 등의 평가방법을 통하여 고령운전자의 운전능력을 실질적으로 평가하는 방법을 다각도로 활용하고 있다. 이에 국내에서도 기존의 단편적인 평가방식에서 벗어나 실질적인 운전능력을 평가하는 실차주행 평가방법에 대한 마련이 요구되고 있다.

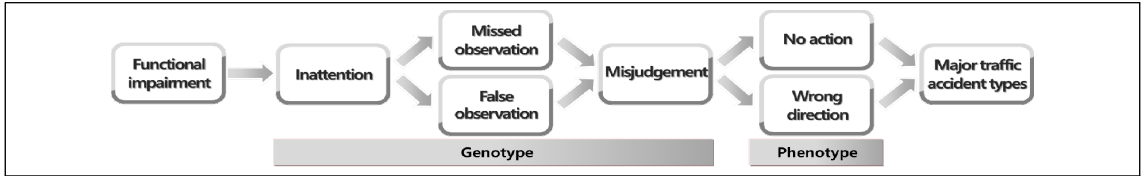
본 연구에서는 고령운전자가 안전하게 실차주행을 할 수 있으면서, 관련 평가를 수행하는데 상대적으로 쉽게 접근할 수 있는 운전면허시험장의 장내기능시험장을 활용하여 고령운전자의 실질적인 운전능력을 평가하는 방법을 개발하고자 하였다. 기존 장내기능시험장에 갖춰진 평가항목과 그 외 항목을 추가하여 마련한 평가항목별로 고령운전자 및 일반운전자의 유의미한 운전능력 차이를 분석하였다. 이를 통하여 고령운전자가 일반운전자에 비하여 상대적으로 운전능력이 떨어지는 평가항목을 도출하였다.

또한, 연령 차이 외 신체 및 인지 능력의 저하 정도에 따라 운전능력에 차이가 발생하는 것을 고려하기 위하여 타당도 및 신뢰도가 검증된 고령운전자 운전능력 평가시스템(Senior Driver Assessment System; S-DAS)과 다기능 시각능력 평가시스템의 검사항목을 주행평가 결과와 비교하여 실질적인 운전능력에 영향을 미치는 평가항목을 도출하였다.

II. 고령운전자 교통사고 주요특성 및 선행연구 고찰

1. 고령운전자 교통사고 발생특성 고찰

국내에서는 고령사회로 진입하고, 고령운전자 사고가 증가함에 따라 고령운전자 관련 연구가 활발히 수행되고 있다. 고령운전자 교통사고 특성을 분석한 국내연구 결과에 따르면, 고령운전자는 <Fig. 1>과 연속된 행동오류에 의하여 사고를 발생시킨다(KAIA, 2018a). <Fig. 1> 내용에 따르면, 고령운전자는 부주의, 잘못된 관측, 판단 실수 등의 원인(Genotype)으로 인하여 적절한 대응행동을 취하지 못하거나, 잘못된 이정을 따라가는 잘못된 행동결과(Phenotype)를 초래해 사고를 발생시키게 된다.



<Fig. 1> Major traffic accident occurrence procedures for Older drivers

위의 고령운전자 사고발생 절차는 유럽의 DREAM 3.0(Driving Reliability and Error Analysis Model)에서 제시한 것으로, 해당 내용을 토대로 고령운전자 관련 주요 교통사고 유형별 발생원인을 구조화할 수 있다. DREAM 3.0은 교통사고 이면에 존재하는 사고원인을 일련의 공식으로 구조화하여 심층연구를 통해 수집된 사고원인에 관한 정보들을 체계적으로 분류하는 분석 방법이다(Warner et al., 2008). <Table 1>은 DREAM 3.0 분석기법을 국내 상황에 접목하여 고령운전자와 관련된 주요 교통사고 유형별 원인을 진단하여 정리한 내용이다. 주요 사고유형으로는 교차로에서 발생하는 경우가 가장 많았으며, 사고 대부분은 부주의와 잘못된 상황 판단에 의해 나타나는 것으로 도출되었다.

<Table 1> Types of major traffic accidents among Older drivers

Number	Types of traffic accident	Causes(Genotype)	Results(Phenotype)
1	Passing straight through the intersection, a side right-angled collision with a vehicle appearing on the left and right sides	· Inattention · Missed/False observation	· No action · Wrong direction
	Pedestrian/two-wheeled vehicle collision appearing on the left and right sides while driving on the straight road	· Misjudgement of time gaps/situation · Expectance of certain behaviours	
2	Another vehicle collision between left and right curves at the intersection	· Inattention · False observation · Misjudgement of time gaps	· No action · Wrong direction
3	After passing straight through the intersection, the pedestrian collides in the front	· Inattention · Missed observation · Expectance of certain behaviours	· No action
4	On a straight road, a pedestrian crash on the left and right pedestrians collide	· Inattention · Missed observation · Expectance of certain behaviours	· No action
5	Head-on collision on the straight road	· Inattention · Missed observation	· No action · Wrong direction
6	Pedestrian collision in the same direction	· Inattention · Missed observation · Expectance of certain behaviours	· No action
7	Car rear collision on a straight road	· Inattention · Missed observation	· No action
8	Colliding with a vehicle that intervenes on a straight road	· Inattention · False observation · Misjudgement of time gaps · Insufficient skills/knowledge	· No action · Wrong direction
9	A pedestrian crash at a stationary state on the road	· Inattention · Missed observation · Expectance of certain behaviours	· No action
10	Off the straight road	· Inattention · Missed observation · Insufficient skills/knowledge	· No action · Wrong direction
11	Off the curved road	· Inattention · Missed observation · Insufficient skills/knowledge	· No action · Wrong direction
12	Off the intersection/facility entrance	· Inattention · Missed observation · Insufficient skills/knowledge	· No action · Wrong direction

앞서 도출된 고령운전자 교통사고 발생원인을 정리하면 사고 대부분은 운전과 연관된 신체능력 저하로 인하여 상황판단 및 대응행동을 적절히 하지 못하게 되어 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이와 관련하여, Oh et al.(2015) 연구에서는 국내 고령운전자 교통사고 발생유형을 분석하여 인적요인 중, 지각·주의·추정·의사결정·반응실행 등이 복합적으로 연관되어 사고가 발생한다는 점을 제시하였다. 다른 연구에서는 교통사고 유발 가능성이 높은 만 65세 이상 고령운전자와 운전면허 취득 2년 이내의 초보운전자 그룹의 교통사고 자료를 비교 분석하여 사고발생 빈도가 높은 교통상황을 도출하였다. 이를 통해 고령운전자는 공간인지능력 및 실제 반응까지의 판단·실행하는 과정에서 발생하는 지체 현상이 문제가 될 수 있음을 확인하였다(Park et al., 2016).

2. 고령운전자 주행특성 관련 선행연구 고찰

고령운전자 운전능력에 영향을 미치는 주요 신체적 특성으로는 시력이 있다(Shinar, 2017). 주행 중 발생하는 다양한 상황을 인지하기 위해서는 시각 행태가 가장 중요한 역할을 하기 때문이다. 다양한 시력 중에서도 정지시력과 동체시력, 대비민감도 및 야간시력 등이 운전능력과 직접적으로 연관된 것으로 알려져 있다. Hwang et al.(2020) 연구에 따르면 정지시력과 동체시력이 낮을수록 운전능력이 떨어지는 경향이 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 정지시력과 동체시력은 연령이 증가함에 따라 낮아지는 현상을 보이며, 특히 60대부터 크게 감소하는 현상이 나타나는 것을 확인하였다. 또한, 고령운전자는 물체의 명암을 명확히 구분하는 대비민감도 능력이 감소되어 물체와 배경 간 명암대비 파악 능력이 떨어져 사고위험이 높아지는 특징이 나타난다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2011; Poynter, 1988a). 고령운전자는 야간시력 저하 문제도 겪는 것으로 알려져 있으며, 이뿐만 아니라 노화에 따라 가용시각장의 범위가 축소되어 측·후방에서 출현하는 장애물에 대하여 적절히 대처하지 못하는 행태를 보인다(Koroad, 2015a).

시력 외 고령운전자가 겪는 신체적 어려움은 근력 감소 등으로 인하여 거동에 제약이 생기면서 발생한다. 고령운전자는 근력이 감소하여 일반운전자에 비하여 50~60% 수준의 압력으로 엑셀과 브레이크 페달을 밟는 것으로 조사되었다(Korea Expressway Corporation, 2014). 또한 고령운전자는 관절염 및 근골격계 질환으로 인하여 근육조직 및 유연성이 감소하고 이로 인하여 운전 중 과도한 피로와 정신착란, 주의산만 등을 경험하는 것으로 나타났다(McGwin et al., 2000).

신체적 능력 저하 외 인지능력 저하도 고령운전자의 운전능력에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Comalli et al.(1962) 연구에서는 고령자가 일반운전자에 비하여 적절하지 않은 자극으로 주의가 산만해지는 경향이 높다는 점을 제시하였다. Parasuraman et al.(1991)의 연구에서는 주의산만이 감각기능의 저하를 일으킨다는 결론을 도출하였다. 또한, Shin et al.(1998)은 연구를 통해 고령운전자는 정보탐색의 저하로 대상에 대한 주시 빈도가 더 적고 주시시간은 길어지는 특징을 가지며, 이로 인해 정보의 선택·판단·반응 과정에서 상대적으로 더 많은 시간이 필요함을 도출하였다. Malfetti(1985)는 고령운전자가 정보처리 능력의 저하로 인해 주행 중 많은 정보를 조직화하는 데 어려움을 겪으며, 그 결과 부정확한 의사결정, 통과시간 평가, 다른 차량 속도오판 등의 잘못된 행동이 유도된다는 결론을 도출하였다.(Koroad, 2015a) 연구에서는 고령운전자가 행위 결정에 대한 자신감 수준이 저하됨에 따라 소극적으로 운전하고, 이로 인해 차량 정체가 발생하거나 교통사고를 유발할 가능성이 있음을 제시하였다. Jang and Choi(1987)는 고령운전자가 노화로 인해 신경계의 활동 속도가 저하됨을, Olson and Sivak(1986)은 연령이 증가할수록 지각시간 및 반응시간이 늘어남을 연구를 통해 도출하였다.

고령운전자의 운전능력과 관련된 연구를 검토한 결과, 고령운전자는 노화가 진행됨에 따라 신체능력과 인

지능력의 저하가 동시에 일어나고, 이에 따라 일반운전자에 비하여 위험한 상황과 교통사고 유발상황에 더욱 쉽게 노출되는 것을 확인하였다. 따라서, 고령운전자의 운전능력 평가는 운전과 연관된 신체 및 인지 능력 평가 결과를 기반으로 평가할 수 있어야 함을 확인하였다.

3. 시사점 및 연구의 차별성 도출

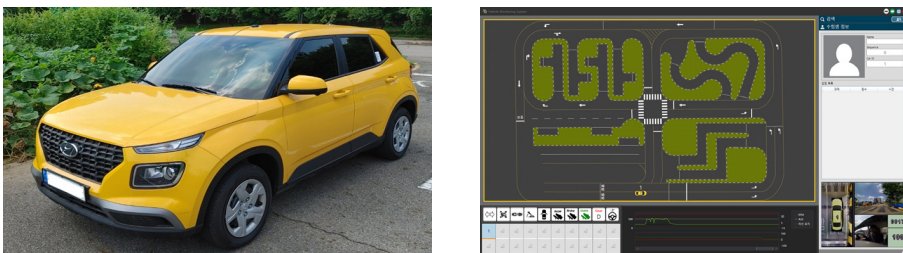
고령운전자 사고가 지속해서 증가함에 따라 고령운전자 특성과 사고발생 요인 등을 다각도로 분석하는 연구가 많이 선행되었다. 이를 통하여 고령운전자가 어떤 요인으로 인하여 운전이 어려움을 겪고, 사고위험이 높아지는지 확인할 수 있었다. 이에 도출된 고령운전자 사고위험 요인을 사전에 진단하여 운전능력을 평가하는 방법을 개발한다면 고령운전자 관련 교통사고 예방에 많은 도움이 될 것이다. 하지만, 국내에서는 고령운전자의 운전능력을 평가하는 방법이 아직 제한적이며, 특히 실차 기반의 평가를 통하여 실질적인 운전능력을 평가하는 방법은 전무한 것을 확인하였다. 본 연구에서는 기존 연구를 통하여 알려져 있는 고령운전자 특성에 기반한 평가방법을 개발하는 것을 목표로 관련 연구가 수행되었으며, 기존에 구축된 공간 환경을 최대한 활용하여 종합적인 평가방법을 개발하였다는 점에서 의의가 있다.

Ⅲ. 평가 방법

본 연구에서는 기 구축되어 있는 장내기능시험장을 활용하여 고령운전자의 운전능력을 평가할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 실제 장내기능시험장을 활용하여 실차 기반 평가실험을 수행하였다. 기존 장내기능시험장에 구축되어 있는 평가항목과 추가로 시험장 환경을 활용하여 수행할 수 있는 평가항목을 선별하여 운전면허 기능시험 방식으로 관련 실험을 수행하였다. 현재, 1·2종 보통 운전면허 시험의 경우 2011년과 2015년에 현재의 7개 평가체계로 정립된 바 있다. 본 연구에서는 이와 같은 7개 평가항목과 2011년 이전에 포함되었던 굴절 코스와 곡선 코스를 포함하여 실험을 하여 분석하였다.

1. 실험장비

본 연구에서는 <Fig. 2>와 같이 (주)네오정보시스템에서 개발한 자동기능시험평가 기능이 탑재된 차량을 활용하여 평가 실험을 수행하였다. 해당 장비는 운전면허 기능시험평가 시스템과 동일한 체계로 진행되도록 설계되었으며, 실험차량에 실시간 센서 연동이 가능한 RTK Rover 차량 시스템을 장착하여 좀 더 정확한 평가가 가능하다는 특징을 갖추고 있다.



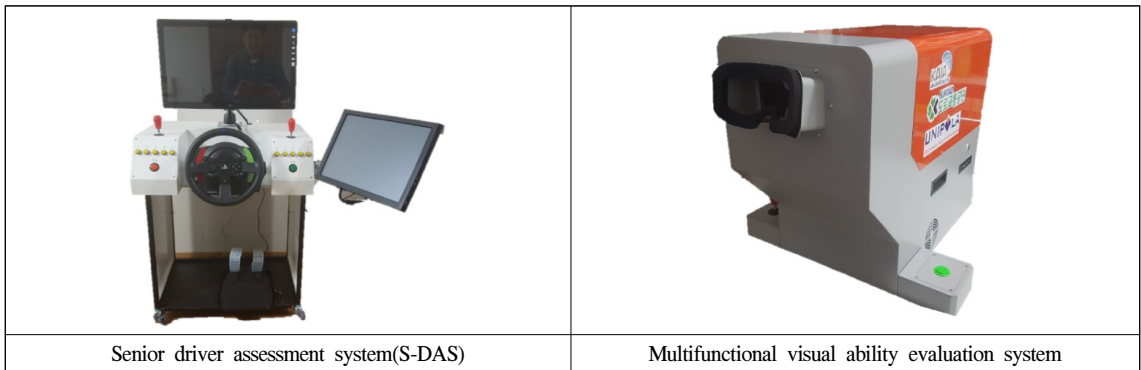
<Fig. 2> Venue vehicle and Automatic driving course test evaluation system

해당 장비를 활용하여 실험 진행 간 피실험자별 실시간 위치 정보와 차량 주행속도, 조향각 및 RPM 등의 데이터를 수집하였다. 수집되는 데이터와 자동 채점되는 평가항목 결과를 기반으로 피실험자별 운전능력 평가 결과를 종합적으로 분석하였다.

운전능력 외 신체 및 인지 능력을 평가하기 위하여 <Fig. 3>에 제시된 고령운전자 운전능력 평가시스템 (Senior Driver Assessment System; S-DAS)과 다기능 시각능력 평가시스템 장비를 활용하였다. 해당 장비는 모두 운전능력과 관련된 신체 및 인지 능력을 평가하기 위하여 고안된 전문 장비로, 표준화 실험을 통해 타당도 및 신뢰도가 검증된 바 있다(Jeong and Jeong, 2019). 고령운전자 운전능력 평가시스템은 고령운전자를 대상으로 운전능력과 관련된 인지능력을 평가하기 위하여 개발된 장비로, 총 15개 검사 기능이 탑재되어 있다. 본 연구에서는 이중 도로교통공단에서 고령운전자를 대상으로 수행하며 고령운전자 교육 시 활용하는 선잇기검사, 교통표지판 변별검사의 2가지 검사항목을 선별하여 평가에 활용하였다. 다기능 시각능력 평가시스템은 정지시력 및 동체시력 등의 다양한 시각능력을 세부적으로 평가할 수 있도록 관련 기능이 탑재된 장비로, 본 연구에서는 정지시력과 동체시력을 평가에 활용하였다.

< 활용한 운전적성검사 항목 >

- 검사항목 : 선잇기검사
 - 평가지표 : 소요시간
 - 평가내용 : 수검자의 작업기억능력과 함께 눈-손 협응 능력을 살펴보기 위한 검사로, 화면에 제시된 숫자와 가나다라 한글을 번갈아 가며 순서대로 찾아가는 검사
- 검사항목 : 시력검사
 - 평가지표 : 정지시력, 동체시력
 - 평가내용 : 란돌트 C를 활용한 일반적인 시력검사
- 검사항목 : 교통표지판 변별검사
 - 평가지표 : 반응시간
 - 평가내용 : 여러 종류의 동시 시각 자극에서 기억하고 있는 시 자극과 일치하는 대상을 신속하게 찾아서 반응함으로써 ‘인지-기억-판단-실행’에 관련된 일련의 작업수행도 검사



<Fig. 3> Driving aptitude test evaluation devices

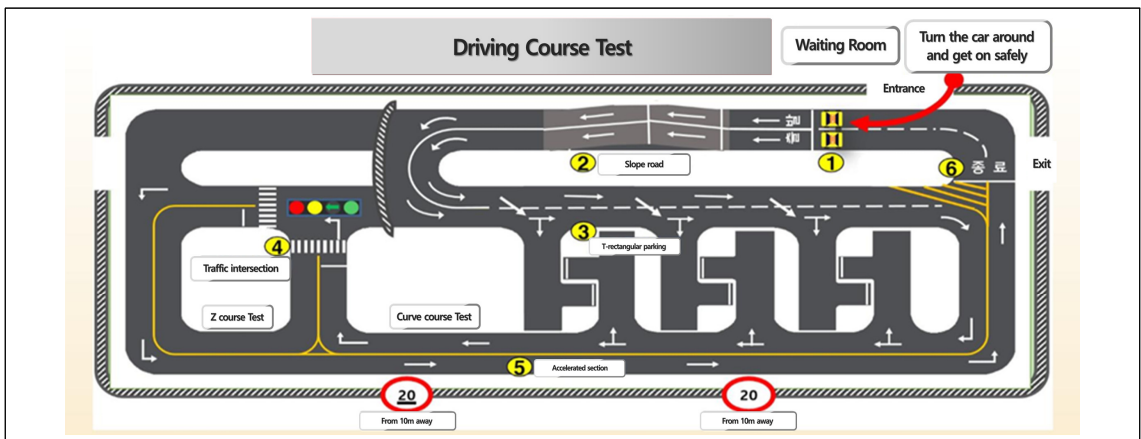
2. 실차주행 실험환경 구축

실차주행 실험환경은 강서운전면허시험장의 협조를 받아 실제 구축된 장내 기능시험장(제2 기능시험장)을 활용하였다. 기존에 정립되어 있는 기능시험 코스와 동일한 경로에 맞춰 평가항목을 설정하였으며, 모든 평가방식 또한 기존 기능시험 평가항목과 동일하게 채택하였다. 다만, 기능시험 평가항목 중 연습 및 암기가 필요한 기본 조작 및 주행 관련 일부 평가항목은 본 실험의 의도와 맞지 않아 제외하였고, 시험장에 설치되

어 있는 예전 평가항목의 굴절 코스 및 곡선 코스를 추가하여 실험하였다. 현재 운전면허시험에서 평가하고 있는 항목 및 코스는 <Table 2> 및 <Fig. 4>과 같다. <Table 2>에서 보는 바와 같이 기능시험 평가는 평가항목의 중요도에 따라 각기 다른 배점이 할당되어 있으며, 100점의 점수를 기준으로, 평가항목을 위반할 때마다 다른 배점으로 감점하는 평가 형식을 사용하고 있다.

<Table 2> Evaluation items for Driving course test

Course	Evaluation item	Score	Course	Evaluation item	Score
Start	If you don't turn off the left blinker within 10m after passing the starting line	5	Intersection 3	Turn left and right, turn the light off	5
				Violation of the stop line	5
				Over 20 seconds within the intersection	5
				Over 30 seconds within the intersection	100
Slope	If you can't leave for 30 seconds after stopping	100	Gear shift	Can't accelerate more than 20km/h in the section	10
	If you didn't stop for more than 3 seconds	10		Stop in the section	10
	In case of stopping, crossing the stop line in a slope(or stopping at the bottom)	100		Can't decelerate below 20km/h at the end	10
Intersection 2	Violation of the stop line	5	Incident reaction management	Unstoppable within 2 seconds	10
	Over 20 seconds within the intersection	5		Emergency light can't turn on within 3 seconds	10
	Over 30 seconds within the intersection	100		Without turning off the emergency light	10
T-rectangular parking	Off the lane	10	Through	Don't wear seat belts	100
	Out of section(violation of driving method), forward check	100		Violation of the speed limit	3
					Disqualified



<Fig. 4> Driving course test guide map

본 연구에서의 실차평가는 기능시험 코스도에 따른 채점 순서를 바탕으로 출발, 경사, 교차2, T직각주차, 교차3, 기어변속, 돌발 순으로 진행되며, 이후 추가로 굴절 코스와 곡선 코스를 주행하게 하였다. 각 코스에 따라 도로교통공단이 마련한 세부 평가항목에 맞춰 평가요소를 구성하였다.

3. 피실험자 구성 및 실험진행 방법

본 실험에 참가한 피실험자는 총 65명으로 20~50대 34명과 60세 이상 31명으로 구성되었다. 모든 피실험자는 유효한 운전면허증을 보유하고 있으며, 평소 주 2회 이상 운전을 하는 사람들로 모집하였다. 본 실험에 참여한 연령대별 피실험자 구성은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Composition of experiment participants

Age	20~39	40~49	50~59	60~64	65~69	70~74	over 75	Total
Total	14	9	11	11	5	10	5	65

본 실험에서는 피실험자의 평소 운전능력을 측정하기 위하여 운전면허 기능시험코스 및 평가항목에 대하여 피실험자가 충분히 인지한 상태에서 기능시험평가를 수행할 수 있도록 다음과 같은 방법으로 실험을 진행하였다. 먼저, 관련 장비를 활용하여 피실험자별 신체 및 인지 능력 검사를 진행하였다. 이후, 피실험자들이 실험방법 및 경로를 완벽하게 인지할 수 있도록 관련 교육을 진행하여 피실험자가 충분히 인지했음을 인정한 후 본 실험을 진행하였다. 실차 실험 간에는 장내기능시험장 환경에 맞춰 주행속도를 20km/h로 유지하도록 하였으며, 도로상의 이정표지 및 노면표지 등에 맞춰 운전자가 코스 이탈을 하지 않으며 실험경로를 따라갈 수 있도록 유도하였다.

4. 분석 방법

본 연구에서는 실차주행 실험에서 얻은 주행 데이터를 기반으로 기능시험 평가항목에 대한 피실험자별 점수를 도출하였다. 수집된 주행 데이터로는 대표적으로 평가코스별 소요시간, 차선이탈 횟수 등이 있으며, 그 외 평가상황에 따른 이행 여부 등이 있다. 이를 고령운전자와 일반운전자 간 운전능력 차이를 확인하기 위해 65세를 기준으로 두 집단으로 데이터를 분류하였다. 집단 간 운전능력 차이를 통계적으로 분석하기 위하여 IBM SPSS Statistics 20 분석 프로그램을 활용하여 t-검정 분석 방법을 활용하였다. 또한, 고령운전자 집단 내에서도 연령에 따른 초기(60~69세), 중기(70세 이상)에 따라 세부 집단별로 운전능력에 차이가 있을 것으로 판단되어 세부 그룹 간 운전능력 차이를 심층적으로 분석하고자 하였다(Kim, 2016). 마지막으로, 신체 및 인지 능력 차이에 따라 운전능력 차이가 발생할 수 있을 것으로 판단하여, 시력 및 인지 능력 평가 결과에 따른 운전능력 차이를 비교 분석하였다.

IV. 실차주행실험 분석 결과

1. 기존 운전면허 기능시험평가 항목의 고령자 운전능력평가 적용 가능성 분석

1) 일반운전자·고령운전자 간 주행행태 비교

본 연구에서는 현재 사용되고 있는 7개 평가항목 기반 기능시험평가에 대한 실차주행을 통해 65세를 기준으로 일반운전자 및 고령운전자의 두 집단으로 구분하여 운전능력을 비교하여 기존 운전면허기능시험을 통한 고령자 운전능력평가의 가능성을 분석하였고, 그 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Comparison of driving abilities between Non-old and Older drivers

Course	Evaluation item	Classification	N	Mean	SD	t	p-value
Start	If you don't turn off the left blinker within 10m after passing the starting line	Non-old	45	2.22	2.51	0.778	0.440
		Old	20	2.75	2.55		
Slope	If you can't leave for 30 seconds after stopping	Non-old	45	0	0	1.000	0.330
		Old	20	5.00	22.36		
	If you didn't stop for more than 3 seconds	Non-old	45	4.44	5.03	-0.329	0.743
		Old	20	4.00	5.03		
	In case of stopping, crossing the stop line in a slope (or stopping at the bottom)	Non-old	45	24.44	43.46	-0.846	0.401
		Old	20	15.00	36.64		
Intersec tion 2	Violation of the stop line	Non-old	45	0.78	1.83	0.591	0.557
		Old	20	0.50	1.54		
	Over 20 seconds within the intersection	Non-old	45	0.33	1.26	-0.254	0.800
		Old	20	0.25	1.12		
	Over 30 seconds within the intersection	Non-old	45	2.22	14.91	0.591	0.557
		Old	20	5.00	22.36		
T- rectang ular parking	Off the lane	Non-old	45	18.89	11.91	3.492**	0.002
		Old	20	33.50	16.94		
	Out of section(violation of driving method), forward check	Non-old	45	0	0	1.000	0.330
		Old	20	5.00	22.36		
Intersec tion 3	Turn left and right, turn the light off	Non-old	45	0.89	1.93	-0.272	0.787
		Old	20	0.75	1.83		
	Violation of the stop line	Non-old	45	1.56	2.34	-0.088	0.930
		Old	20	1.50	2.35		
	Over 20 seconds within the intersection	Non-old	45	0.22	1.04	0.097	0.923
		Old	20	0.25	1.12		
	Over 30 seconds within the intersection	Non-old	45	2.22	1.04	0.591	0.557
		Old	20	5.00	22.36		
Gear shift	Can't accelerate more than 20km/h in the section	Non-old	45	0.44	2.08	1.606	0.122
		Old	20	2.00	4.10		
	Stop in the section	Non-old	45	0.22	1.49	1.075	0.293
		Old	20	1.00	3.08		
	Can't decelerate below 20km/h at the end	Non-old	45	5.78	4.50	-2.640*	0.012
		Old	20	2.50	4.44		
Incident reaction manage ment	Unstoppable within 2 seconds	Non-old	45	4.00	4.95	2.288*	0.026
		Old	20	7.00	4.70		
	Emergency light can't turn on within 3 seconds	Non-old	45	2.22	4.20	-0.664	0.509
		Old	20	1.50	3.66		
	Without turning off the emergency light	Non-old	45	0.44	2.08	-0.950	0.346
		Old	20	0	0		

* $p < .05$, ** $p < .01$

분석결과 7개의 기능시험 평가체계에서 전체 19개 변수 중 T직각주차 코스의 탈선 횟수와 기어변속 코스의 종료 구간 20km/h 이하 감속 여부, 돌발 코스의 2초 이내 미정지에서만 집단 간 유의한 통계적 차이를 확

인할 수 있었다. 특히, T직각주차 코스에서 고령운전자가 일반운전자에 비해 공간지각능력이 부족하여 주차 수행 간 차선을 침범하는 탈선 횟수에 대한 평균 점수가 높게 나타났으며, 기어변속 코스에서는 일반운전자에 비해 고령운전자가 높은 주행속도에 대한 조심성 증가의 영향으로 종료 시 20km/h 이하로 감속이 더 잘 이루어지는 경향을 확인할 수 있었다. 하지만 이는 운전시험장에서 지나치게 조심하는 경향으로 실제 도로에서의 운전능력을 평가하기에는 적합하지 않은 평가지표로 판단된다. 또한, 돌발 코스에서는 고령운전자가 일반운전자보다 2초 이내 정지하는 경우가 더 적어 상대적으로 높은 평균 점수가 도출되었다. 즉, 기능시험 평가항목에 대하여 일반운전자와 고령운전자의 두 집단으로 나누어 주행행태를 분석한 결과, 전체 23개 변수 중 3개 항목을 제외한 나머지 항목에서는 유의미한 차이를 확인할 수 없어, 기능시험평가는 일반운전자 및 고령운전자에 대한 운전능력의 차이를 제대로 설명하기에는 한계가 있는 것으로 분석되었다.

2) 초기·중기 고령운전자 간 주행행태 비교

일반적으로 고령자는 65세 이상을 고령자로 구분하나, 고용노동부는 고령자 기준을 60세 이상으로 확대함으로써 고령자에 대한 기준을 폭넓게 지정하고 있다. 또한 최근에는 고령자 내에서도 초기·중기 등으로 집단을 세분화하는 것이 필요함을 주장하는 연구가 많다. 이에 따라 실질적인 고령자의 운전능력을 평가하기 위해서는 상대적으로 운전능력이 양호한 초기 고령자와 중기 고령자를 차별화하여 평가함이 바람직하다. 따라서 본 연구에서는 이를 반영하기 위하여 기능시험 평가항목에 대해 고령운전자 집단을 초기(60-69세)·중기(70세 이상)로 연령대를 구분하여 세부 집단별 운전능력의 차이가 발생하는지 통계 분석하였으며, 이에 따른 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Comparison of driving abilities by detailed group of Older drivers

Course	Evaluation item	Classification	N	Mean	SD	t	p-value
Start	If you don't turn off the left blinker within 10m after passing the starting line	60-69	15	2,19	2.56	1.273	0.213
		70~	15	3.33	2.44		
Slope	If you can't leave for 30 seconds after stopping	60-69	15	6.25	25.00	-1.000	0.333
		70~	15	0	0		
	If you didn't stop for more than 3 seconds	60-69	15	3.75	5.00	0.502	0.619
		70~	15	4.67	5.16		
In case of stopping, crossing the stop line in a slope (or stopping at the bottom)	60-69	15	12.50	34.16	0.552	0.585	
	70~	15	20.00	41.40			
Intersection 2	Violation of the stop line	60-69	15	1.88	2.50	-2.176*	0.040
		70~	15	0.33	1.29		
	Over 20 seconds within the intersection	60-69	15	0.94	2.02	-1.000	0.327
		70~	15	0.33	1.29		
	Over 30 seconds within the intersection	60-69	15	6.25	25.00	0.046	0.964
		70~	15	6.67	25.82		
T-rectangular parking	Off the lane	60-69	15	28.13	16.01	0.326	0.747
		70~	15	30.00	16.04		
	Out of section(violation of driving method), forward check	60-69	15	6.25	25.00	-1.000	0.333
		70~	15	0	0		

<Table 5> Comparison of driving abilities by detailed group of Older drivers(continuation)

Course	Evaluation item	Classification	N	Mean	SD	t	p-value
Intersection 3	Turn left and right, turn the light off	60-69	15	0.63	1.71	0.552	0.585
		70~	15	1.00	2.07		
	Violation of the stop line	60-69	15	1.56	2.39	0.120	0.905
		70~	15	1.67	2.44		
	Over 20 seconds within the intersection	60-69	15	0.31	1.25	0.046	0.964
		70~	15	0.33	1.29		
	Over 30 seconds within the intersection	60-69	15	6.25	25.00	0.046	0.964
		70~	15	6.67	25.82		
Gear shift	Can't accelerate more than 20km/h in the section	60-69	15	1.25	3.42	0.552	0.585
		70~	15	2.00	4.14		
	Stop in the section	60-69	15	0.63	2.50	0.046	0.964
		70~	15	0.67	2.58		
	Can't decelerate below 20km/h at the end	60-69	15	1.25	3.42	1.369	0.183
		70~	15	3.33	4.88		
Incident reaction management	Unstoppable within 2 seconds	60-69	15	4.38	5.12	1.691	0.102
		70~	15	7.33	4.58		
	Emergency light can't turn on within 3 seconds	60-69	15	3.13	4.79	-1.192	0.243
		70~	15	1.33	3.52		
	Without turning off the emergency light	60-69	15	1.25	3.42	-1.464	0.164
		70~	15	0	0		

*p<.05, **p<.01

<Table 6> Comparison of the Driver's aptitude test by detailed group of Older drivers

System	Test	Item	Classification	N	Mean	SD	t	p-value
Senior driver assessment system (S-DAS)	Trail-making test	Time to spend	60-69	14	22.89	5.33	3.012**	0.006
			70~	15	30.32	7.81		
	Traffic-sign board discrimination test	Reaction time	60-69	14	1.00	0.16	2.380*	0.025
			70~	15	1.14	0.15		
Multifunctional visual ability evaluation system	Visual acuity test	Dynamic	60-69	14	0.69	0.20	-2.054*	0.050
			70~	15	0.53	0.23		

*p<.05, **p<.01 (Due to errors of a participant result in the 60-69 group, that result was excluded.)

<Table 5>에서 보는 바와 같이 기능시험 평가항목 중 정지선 준수여부를 제외한 18개의 변수에 대해서는 초기 고령운전자와 중기 고령운전자의 운전능력에 대한 유의미한 차이를 확인할 수 없었다. 하지만 이 결과는 기능시험 평가항목에 대하여 연령에 따른 운전능력의 차이를 분석한 것이며, 단순히 연령이 높아진다고 하여 반드시 고령자의 운전능력이 떨어지는 것은 아니기에 해석에 유의할 필요가 있다. 이를 보완하기 위하여 일반적으로 운전능력과 연관성이 높다고 평가되는 동체시력 및 인지능력 평가 결과를 연령 그룹별로 차이가 있는지 확인하였다(KAIA, 2018a; Hwang et al., 2020). <Table 6>에서 보는 바와 같이 동체시력과 인지검사(선잇기검사, 교통표지판 변별검사) 결과, 앞서 나눈 연령 그룹별로 유의한 차이가 있음이 통계적으로 확

인되었으므로 초기 고령운전자(60-69세)에 비해 중기 고령운전자(70세 이상)의 운전능력이 저하되었음을 간접적으로 확인할 수 있었다. 그러므로 기존 기능시험 평가항목은 고령운전자의 운전능력을 제대로 평가하지 못하는 것으로 판단되어, 고령자의 운전능력을 적절히 평가할 수 있는 방법 및 지표를 구상하였다.

2. 신체·인지 능력에 따른 주행행태 분석 결과

고령운전자의 경우 연령에 따른 운전능력의 차이보다, 생물학적 노화로 인한 신체능력 및 인지능력의 저하 발생으로 외부의 자극과 정보를 처리하는 속도가 감소함으로써 운전능력의 차이가 발생하게 된다(Jang and Choi, 1987). 그러므로 고령자 운전능력은 단순 연령에 의해 구분되면 적절한 평가가 이루어질 수 없다. 이를 반영한 분석을 위해 본 연구에서는 고령운전자 운전능력 평가시스템(Senior Driver Assessment System; S-DAS)과 다기능 시각능력 평가시스템에서 도출된 많은 운전능력과 상관관계가 있는 것으로 기존 연구(KAIA, 2018b; Hwang et al., 2020)에서 분석된 평가지표 중 가장 분명하게 차이를 확인할 수 있었던, 4가지 검사항목을 선별하여 본 실험에 활용하였다.

기존 기능시험 평가항목의 실험결과와 4가지 인지 및 시력측정 항목(선잇기검사, 교통표지판 변별검사, 정지시력, 동체시력)과의 상관관계를 분석함으로써, 기존 기능시험 평가항목이 운전능력과 밀접한 신체능력 저하를 평가할 수 있는지를 분석하였다. 인지검사에서 사용되는 선잇기검사는 수검자의 작업기억능력과 함께 눈-손 협응 능력을 살펴보기 위한 검사로, 화면에 제시된 숫자와 가나다라 한글을 번갈아 가며 순서대로 찾아가는 검사이며, 교통표지판 변별검사는 일반적인 인지검사에 포함된 인지-기억-판단-실행의 능력검사를 교통 측면으로 변화시킨 검사로, 여러 종류의 동시시각 자극에서 기억하고 있는 시 자극과 일치하는 대상을 신속하게 찾아서 반응함으로써 ‘인지-기억-판단-실행’에 관련된 일련의 작업수행도 검사이다. 시력은 운전능력에 있어서 가장 중요한 신체능력으로 정지시력은 일반적인 시력을 측정하는 지표이며, 동체시력은 빠른 속도로 주행하는 차량에서 운전을 위해 필요한 움직이는 물체를 볼 수 있는 시력검사이다.

분석 결과, <Table 7>과 같이 대부분의 기능시험 평가항목은 운전 신체능력 지표와 상관관계가 부족한 것으로 도출되어, 기존 기능시험 평가항목을 그대로 활용하여 일반운전자와 차별화되는 고령자의 운전능력을 평가하기에는 한계가 있음을 확인하였다.

<Table 7> Correlation between the Driver's aptitude test and the Driving course test

Course	Evaluation item	Correlation coefficient	Driver's aptitude test items			
			Senior driver assessment system(S-DAS)		Multifunctional visual ability evaluation system	
			Trail-making test	Traffic-sign board discrimination test	Visual acuity test	
			Time to spend	Reaction time	Visual acuity	Dynamic
Start	If you don't turn off the left blinker within 10m after passing the starting line	PCC	0.057	0.084	-0.049	-0.065
		p-value	0.655	0.511	0.703	0.614
Slope	If you can't leave for 30 seconds after stopping	PCC	0.304*	0.337**	-0.118	-0.168
		p-value	0.015	0.007	0.358	0.189
	If you didn't stop for more than 3 seconds	PCC	-0.212	-0.096	0.064	-0.021
		p-value	0.096	0.452	0.617	0.870
	In case of stopping, crossing the stop line in a slope (or stopping at the bottom)	PCC	-0.119	-0.106	0.017	-0.032
		p-value	0.353	0.408	0.892	0.804

<Table 7> Correlation between the Driver's aptitude test and the Driving course test(continuation)

Course	Evaluation item	Correlation coefficient	Driver's aptitude test items				
			Senior driver assessment system(S-DAS)		Multifunctional visual ability evaluation system		
			Trail-making test	Traffic-sign board discrimination test	Visual acuity test		
			Time to spend	Reaction time	Visual acuity	Dynamic	
Intersection 2	Violation of the stop line	PCC	-0.113	0.048	-0.171	-0.162	
		p-value	0.379	0.708	0.180	0.205	
	Over 20 seconds within the intersection	PCC	-0.034	0.027	-0.131	-0.146	
		p-value	0.789	0.837	0.305	0.255	
	Over 30 seconds within the intersection	PCC	-0.117	-0.038	-0.118	-0.095	
		p-value	0.362	0.765	0.358	0.460	
T-rectangular parking	Off the lane	PCC	0.304*	0.388**	-0.369**	-0.321*	
		p-value	0.015	0.002	0.003	0.010	
	Out of section(violation of driving method), forward check	PCC	0.233	0.337**	-0.118	-0.168	
		p-value	0.066	0.007	0.358	0.189	
	Intersection 3	Turn left and right, turn the light off	PCC	-0.029	-0.043	-0.128	-0.128
			p-value	0.819	0.741	0.318	0.319
Violation of the stop line		PCC	-0.100	-0.009	0.132	0.095	
		p-value	0.434	0.944	0.303	0.460	
Over 20 seconds within the intersection		PCC	0.105	0.121	-0.055	-0.146	
		p-value	0.413	0.346	0.667	0.255	
Over 30 seconds within the intersection	PCC	0.156	0.203	-0.168	-0.187		
	p-value	0.222	0.110	0.189	0.142		
Gear shift	Can't accelerate more than 20km/h in the section	PCC	0.215	0.271*	-0.204	-0.320*	
		p-value	0.091	0.032	0.108	0.011	
	Stop in the section	PCC	0.178	0.115	-0.131	-0.188	
		p-value	0.162	0.368	0.305	0.139	
	Can't decelerate below 20km/h at the end	PCC	-0.181	-0.336**	0.124	0.322*	
		p-value	0.155	0.007	0.333	0.010	
Incident reaction management	Unstoppable within 2 seconds	PCC	0.165	0.195	-0.333**	-0.238	
		p-value	0.198	0.127	0.008	0.060	
	Emergency light can't turn on within 3 seconds	PCC	0.133	0.096	-0.043	-0.066	
		p-value	0.298	0.453	0.741	0.609	
	Without turning off the emergency light	PCC	-0.037	0.024	-0.052	-0.109	
		p-value	0.773	0.854	0.683	0.394	

*p<.05, **p<.01

3. 기능시험평가 시스템 기반 추가 고령자 운전능력 평가항목 도출

앞에서 설명한 바와 같이 기존의 기능시험 평가항목은 고령자의 실질적인 운전능력 저하를 평가할 수 없어서, 기능시험평가 시스템을 최대한 활용하여 고령자 운전능력 저하를 평가할 수 있는 지표를 도출하였다. 하지만 운전면허시험 간소화 정책에 따라 2011년과 2015년에 걸쳐 조정된 7개 평가코스를 통한 고령자 운전

능력 저하를 평가할 수 있는 지표 도출은 한계가 있어, 2011년 이전 기능시험에 포함되어 있는 굴절 코스와 곡선 코스를 포함하여 수행된 실험결과에서 비고령자에 비해 낮아지는 고령자의 운전능력을 평가할 수 있는 지표를 도출하였다. 그 결과, 5가지 실차 기반의 운전능력 평가지표(T직각주차 코스에서의 차선이탈 횟수, 돌발 코스에서의 비상등 점등 여부, 기어변속 코스 내 짧은 가속 구간에서의 30km/h 속도까지 가속 여부, 굴절 코스에서의 코스평가 소요시간, 곡선 코스에서의 코스평가 소요시간)가 비고령자와 고령자 간의 t-검정 결과, 90% 신뢰도에서 유의하게 차별화됨을 <Table 8>을 통해 확인하였다.

<Table 8> Comparison of driving abilities of new evaluation items between Non-old and Older drivers

Course	Evaluation item	Classification	N	M	SD	t	p-value
T-rectangular parking	Time to spend	Non-old	45	50.64	16.58	1.190	0.245
		Old	20	58.55	27.58		
	Off the lane	Non-old	45	18.89	11.91	3.492**	0.002
		Old	20	33.50	16.94		
Incident reaction managemnet	Emergency light(Yes/No)	Non-old	45	0.58	0.50	-5.759**	0.000
		Old	20	0.05	0.23		
Gear shift	Ability to increase speed(30km/h, Yes/No)	Non-old	45	0.62	0.49	-1.695 [*]	0.095
		Old	20	0.39	0.50		
Z course	Time to spend	Non-old	45	18.69	0.4.66	3.036**	0.003
		Old	20	22.35	4.06		
	Off the lane	Non-old	45	0.71	0.66	-0.065	0.948
		Old	20	0.70	0.57		
Curve course	Time to spend	Non-old	45	50.31	16.98	1.868 [*]	0.073
		Old	20	63.20	28.71		
	Off the lane	Non-old	45	0.38	0.49	0.541	0.590
		Old	20	0.45	0.51		

^{*}p<.10, ^{*}p<.05, ^{**}p<.01

또한 도출된 5가지 평가지표가 고령운전자의 신체 및 인지 능력의 저하에 의한 운전능력 저하를 평가할 수 있는지 확인하기 위해 4가지 인지 및 시력측정 항목(선잇기검사, 교통표지판 변별검사, 정지시력, 동체시력)과의 상관관계를 분석하였다. 4가지 인지 및 시력측정 항목은 앞서서도 설명한 바와 같이, 다수의 기존 연구에서 고령자의 운전능력을 설명할 수 있는 신체특성 지표로 활용되는 지표이며, 이를 통해 고령자의 운전능력 저하를 간접적으로 설명할 수 있다. 분석 결과 <Table 9>에서 보는 바와 같이, 대부분 실차 기반 운전능력 평가지표에서 4가지 인지 및 시력측정 항목과 유의한 상관관계가 나타난 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 본 연구에서 제안된 4가지 실차 기반 운전능력 평가지표들은 상대적으로 정확하게 비고령자에 비해 저하되는 고령자의 운전능력을 평가할 수 있는 것으로 판단된다.

<Table 9> Correlation between the Driver's aptitude test and the new evaluation items

Course	Evaluation item	Correlation coefficient	Driver's aptitude test items			
			Senior driver assessment system(S-DAS)		Multifunctional visual ability evaluation system	
			Trail-making test	Traffic-sign board discrimination test	Visual acuity test	
			Time to spend	Reaction time	Visual acuity	Dynamic
T-rectangular parking	Off the lane	PCC	0.304*	0.388**	-0.369**	-0.321*
		p-value	0.015	0.002	0.003	0.01
Incident reaction managemnet	Emergency light(Yes/No)	PCC	-0.323**	0.387**	0.522**	0.476**
		p-value	0.010	0.002	0.000	0.000
Gear shift	Ability to increase speed(30km/h, Yes/No)	PCC	-0.261*	-0.285*	0.263*	0.340**
		p-value	0.041	0.025	0.039	0.007
Z course	Time to spend	PCC	0.318*	-0.439**	-0.415**	-0.426**
		p-value	0.011	0.000	0.001	0.001
Curve course	Time to spend	PCC	0.185	0.260*	-0.282*	-0.342**
		p-value	0.147	0.040	0.025	0.006

* $p < .05$, ** $p < .01$

4. 분석 결과에 따른 시사점

지금까지 실차주행실험을 통한 기능시험 평가항목의 고령운전자·일반운전자 운전능력 차이에 대한 분석 시사점은 다음과 같다. 우선, 기존의 기능시험 평가항목은 고령운전자 및 일반운전자 두 집단의 운전능력 차이에 대한 분석에 한계가 있다. 특히, 초기 및 중기 고령자의 운전능력 저하를 유의하게 평가할 수 없음을 확인하였다. 하지만, 기능시험장을 통해 측정되는 세부 데이터들 중, 고령자의 운전능력을 적절히 평가할 수 있는 지표를 찾아본 결과, 5가지의 실차 기반 운전능력 평가지표가 활용될 수 있음을 분석 결과들을 통하여 확인하였다. 나아가, 고령자의 연령대 및 성별을 더욱 세분화한다면, 보다 의미 있는 결과를 도출할 것으로 판단된다. 본 연구는 기능시험장을 통해 측정되는 세부 데이터를 전제로, 고령자의 운전능력을 적절히 평가할 수 있는 지표를 마련하고자 하여 5가지의 평가지표만이 도출되었지만, 기능시험장의 다양한 평가코스를 통해 추가적인 세부 데이터를 측정하는 평가방법 및 체계를 개발한다면 현재의 운전면허시험장 시스템을 통해서도 정확도 높은 고령자의 운전능력을 평가하는 방법을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

우리나라는 2020년 이미 고령사회에 진입하였으며, 2025년에는 고령 인구가 전체 인구 중 20.3% 이상을 차지하는 초고령화 사회에 진입할 것으로 전망되고 있다. 이는 세계 어느 나라에서도 유례없는 빠른 고령화 속도이다. 이로 인해 고령운전자에 의한 교통사고 문제는 중요한 사회문제로 대두되고 있다. 본 연구에서는 고령운전자의 실질적인 운전능력을 평가하여 운전능력이 저하된 고령자들에게 자발적인 운전 포기를 권유

하기 위한 실차 기반 고령자 운전능력평가 시스템 개발을 위한 초기 연구로 수행되었다.

이를 위해 현재 국내에 존재하는 실차주행 평가방식인 운전면허 기능시험 평가항목이 고령·일반 운전자의 운전능력 차이를 설명하는지 확인하고, 장내기능시험장을 활용하여 별도 평가항목을 개발하고자 실차주행실험을 수행하였다. 실험결과를 분석하여 추가적으로 기능시험 데이터를 활용한 평가지표를 개발하였고, 실제 주행을 통한 고령자의 운전능력 저하 정도를 평가·구분하는 방안을 마련하였다. 본 연구를 통해 도출된 성과는 다음과 같이 종합할 수 있다.

첫째, 기존의 기능시험 평가항목 대부분은 고령운전자 및 일반운전자의 두 집단에 대한 운전능력의 차이를 명확히 설명하지 못하며, 고령운전자 집단 내 초기·중기·후기에 따른 연령별 운전능력 차이 또한 설명하기에 한계가 있음을 확인하였다. 이는 운전능력과 상관성이 높은 신체능력(시력 및 인지 능력) 측정지표를 통한 분석에서도 확인할 수 있었다.

둘째, 기존의 장내기능시험장의 기능시험 평가항목 대부분은 고령운전자의 운전능력을 평가하기에는 한계가 있으나, 시험장에서 측정되는 세부 데이터를 활용하면 비고령운전자와 차별화된 고령자의 운전능력 저하를 평가하는 방법을 개발할 수 있다. 5가지의 실차 기반 운전능력 평가지표(T직각주차 코스에서의 차선이탈 횟수, 돌발 코스에서의 비상등 점등 여부, 기어변속 코스 내 짧은 가속 구간에서의 30km/h 속도까지 가속 여부, 굴절 코스에서의 코스평가 소요시간, 곡선 코스에서의 코스평가 소요시간)는 t-검정 분석 결과, 고령자와 비고령자의 운전능력 차이를 설명할 수 있는 것으로 확인되었고, 이들은 운전능력과 상관성이 높은 신체능력(시력 및 인지 능력) 측정지표 분석에서도 대부분 유의하게 분석되었다.

하지만 본 연구는 기능시험장을 통해 측정되는 세부 데이터를 전제로 고령자의 운전능력을 적절히 평가할 수 있는 지표를 도출하였기 때문에 5가지 평가지표만을 개발하였고, 이 5가지 평가지표만으로는 고령자의 운전능력평가를 충분히 수행하기에는 부족함이 있다. 또한 본 연구는 실험기반으로 수행되어 전체 피실험자 수가 작고, 성별 특성 등 별도의 고려가 필요한 요인에 대한 분석에 한계가 있어 향후 연구를 통해 보다 많은 실험 데이터를 수집하고 다양한 요인에 대한 분석을 수행할 필요가 있다. 그러므로 고령자의 교통사고 특성 및 고령자의 신체능력 저하 특성을 분석하고, 이들 간의 인과관계 분석을 통해 실차 기반으로 고령자 운전능력을 보다 정확하게 평가하는 방법 및 시스템 개발이 필요한 것으로 판단된다. 실제 도로에서의 실차 기반 운전능력평가는 교통사고 위험 등의 문제가 있어, 운전면허시험장과 같은 공간에서 평가함이 바람직하며, 이를 위해 기능시험장의 다양한 평가코스를 통해 추가적인 세부 데이터를 측정하는 평가방법 및 시스템을 개발한다면, 현재의 운전면허시험장 시스템을 통해서도 정확도 높은 고령자의 운전능력을 평가하는 방안을 개발할 수 있을 것으로 보인다. 본 연구는 이와 같은 고령자의 운전능력평가를 위한 사전 연구 차원에서 진행된 연구로, 향후 지속적인 추가 연구를 통해 고령운전자의 실질적인 운전능력 검증 및 평가체계 마련이 가능할 것으로 보인다. 또한, 고령운전자뿐만이 아닌 운전능력이 저하된 운전자들을 대상으로 안전교육을 시행하고 교통사고 경각심을 높여줌으로써 주행 안전성 제고 및 국내 교통사고 감소에 긍정적인 효과를 달성하기를 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 산업통상자원부/한국산업기술진흥원의 ICT 기반 고령자 운전적합성 정밀평가 및 운전지원을 위한 시스템 개발 연구 사업의 연구비 지원(과제번호 P0013601)에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- Comalli, Jr., Wapner, S. and Werner, H.(1962), “Interference Effects of Stroop Color-Word Test in Childhood, Adulthood, and Aging”, *The Journal of Genetic Psychology*, vol. 100, no. 1, pp.47-53.
- Shinar, D.(2017), *Traffic Safety and Human Behavior: Second Edition*, Emerald Publishing Limited.
- Domey, R. G.(1960), “Dark adaption as a function of age and time: 2. A derivaion”, *Journal of Gerontology*, vol. 15, pp.267-279.
- Poynter, D.(1988a), “The Effects of Aging on Perception of Visual Displays”, *SAE Technical paper*, pp.1-12.
- Poynter, D.(1988b), “Variability in Brightness Matching of Colored Lights”, *Human Factors*, vol. 30, no. 2, pp.143-151.
- ERIC Clearinghouse(1985), *Needs and Problems of Older Drivers: Survey Results and Recommendations*, p.144.
- Fagerlind, H., Bjorkman, K., Wallén Warner, H., Ljung Aust, M., Sandin, J., Morris, A., Talbot, R., Danton, R., Giustiniani, G., Shingo Usami, D., Parkkari, K., Jaensch, M. and Verschragen, E.(2008), “Development of an In-depth European Accident Causation Database and the Driving Reliability and Error Analysis Method, DREAM 3.0”, *SafetyNet WP5 Partnership*, pp.129-138.
- Warner, H. W., Aust, M. L., Sandin, J. and Johansson, E.(2008), “Manual for DREAM 3.0: Driving Reliability and Error Analysis Method”, *SafetyNet*, pp.3-44.
- Hwang, S. C., Lee, D. M., Kim, S. H. and Kim, D. H.(2020), “Driving Performance Evaluation Based on Cognitive Abilities using a Driving Simulator”, *Korean Society of Transportation*, vol. 38, no. 5, pp.375-389.
- Jang, I. H. and Choi, S. J.(1987), *Social Welfare for Older Persons in Aging Society*, Seoul National University Publishing and Cultural Center, p.68.
- Jeong, S. K.(2020), “Analysis of Traffic Safety Awareness of Elderly Drivers and Prevention of Traffic Accidents: Focused on Gyeongsangbuk-do Entered Post-aged Society”, *Korean Local Government Review*, vol. 70, no. 22, pp.89-110.
- Jeong, M. K. and Jeong, M. Y.(2019), “Analysis of driving ability according to driver’s age using senior driver assessment system(S-DAS)”, *Journal of Transport Research*, pp.1-14.
- Malfetti, J. L.(1985), “Needs and problems of older drivers:Survey results and recommendations”, *AAA Foundation for Traffic Safety*, p.144.
- Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement(KAIA)(2018a), *Development of technology to evaluate the driving ability of elderly drivers and the risk of traffic accidents due to diseases and drugs*, pp.13-18.
- Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement(KAIA)(2018b), *Development of technology to improve the behavior of high-risk drivers and suppress violations*, p.79.
- Kim S. Y.(2016), “A Study on Specialized Elderly Services at Public Library”, *Korean National University of Education*, p.7.
- Korea Expressway Corporation(2014), *Operational Audits and Improvements on Expressways to Prepare for the Aged Society*, p.109.
- The Road Traffic Authority(Koroad)(2015a), *A Study on the Major factor of High-risk Driver Groups’ Accidents: Focusing on elderly Drivers*, pp.1-43.
- The Road Traffic Authority(Koroad)(2015b), *Comparative analysis of foreign driver’s licenses II*, pp.130-133.
- The Road Traffic Authority(Koroad), https://dl.koroad.or.kr/PAGE_license/jejuLic, 2022.1.3.
- Lee, D. H. and Park, J. S.(2019), “A Study of the Reaction Time on Older Driver”, *Journal of the Korean Society*

- of Safety*, vol. 34, no. 1, pp.70-75.
- McGwin, G. Jr., Champman, V. and Owsley, C.(2000), “Visual risk factors for driving difficulty among older drivers”, *Accident Analysis&Prevention*, vol. 32, no. 6, pp.735-744.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2011), *Traffic Safety Measure Establishment on Cause for Elderly People Traffic Accident*, p.27.
- Garber, N. J.(1991), “Characteristics of Accidents Involving Elderly Drivers at Intersections”, *Transportation Research Record*, pp.8-16.
- Oh, J. S, Lee, E. Y., Ryu, J. B. and Lee, W. Y.(2015), “An Analysis for Main Vulnerable Situations and Human Errors of Elderly Drivers’ Traffic Accidents”, *Journal of Transport Research*, vol. 22, no. 4, pp.57-75.
- Olson, P. L. and Sivak, M.(1986), “Perception-Response Time to Unexpected Roadway Hazards”, *Human Factors*, vol. 28, no. 1, pp.91-96.
- Parasuraman, R. and Nestor, P.(1991), “Attention and Driving Skills in Aging and Alzheimer’s Disease”, *Human Factors*, vol. 33, no. 5, pp.539-557.
- Park, S. Y., Shin, H. C. and Kim, Y. H.(2016), “Selection Framework of Driving Simulator Scenarios for Driver Education Based on Traffic Accident Data Analysis”, *Journal of Transport Research*, vol. 23, no. 4, pp.15-33.
- Shin, Y. K., Lee, G. H. and Park, J. Y.(1998), “Vision Perception and Driving Behavior of Elderly Drivers”, *Journal of Traffic Safety Research*, vol. 17, pp.153-168.
- Statistics Korea, <http://kostat.go.kr>, 2020.9.28.
- Traffic Accident Analysis System, <http://taas.koroad.or.kr>, 2021.10.28.
- UNIPOLA(2017), *S-DAS; Senior Driver Assessment System*, pp.2-90.