

중다 반응시간 과제에 기반한 중년, 고령 및 뇌졸중 고령 운전자의 반응시간과 반응정확성에서의 차이 비교

Comparisons of Middle-, Old-, and Stroked Old-Age Drivers' Reaction Time and Accuracy Based on Multiple Reaction Time Tasks

이재식*† · 주미정* · 김정호* · 김영근** · 이원영*** · 류준범*** · 오주석***
Jaesik Lee*† · Mijung Joo* · Jung-Ho Kim* · Young-Keun Kim** ·
Won-Young Lee*** · Jun-Beom Ryu*** · Ju-Seok Oh***

*부산대학교 심리학과

*Department of Psychology, Pusan National University

**대구보건대학교 작업치료학과

**Department of Occupational Therapy, Daegu Health College

***도로교통공단

**Traffic Science Institute, Road Traffic Authority

Abstract

Differences in reaction time and accuracy were compared among driver groups of middle-, old-, and stroke old-age drivers using various reaction time tasks including simple reaction task, 2-choice task, 4-choice task with different stimuli eccentricity, search task, and moving target detection task. The results can be summarized as followings. First, although overall reaction time tended to be slowed with age and stroke, stroke old drivers showed significantly slower reaction time than the other driver groups when the stimuli were presented in a large eccentricity. Second, differences in reaction time for 2-choice task and moving target detection task seemed to be determined mainly by participants' simple reaction time. Third, the search task which required temporary retention of previously presented stimuli was found to be more sensitive in discriminating difference in reaction time between middle-age drivers and old-age drivers (including stroke old drivers). Fourth, reaction accuracy of old (and stroke old) drivers decreased when more stimuli alternatives were presented and temporary retention for stimuli was required. Altogether, memory demand in reaction time task can be sensitive to evaluate performance for different age groups, whereas size of useful field of view for brain stroke.

Key words: Reaction Time Task, Older Driver, Stroke Old Driver, Reaction Time, Reaction Accuracy

※ 본 연구는 한국연구재단의 일반공동연구지원(NRF-2013S1A5A2A03045179)과 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 국토교통물류연구사업 '고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발' 과제 중 고령운전자 안전운전능력 평가기술 개발(3세부)의 연구지원으로 수행되었음.

† 교신저자 : 이재식 (부산대학교 사회과학대학 심리학과)

E-mail : jslee100@pusan.ac.kr

TEL : 051-510-2131

FAX : 051-581-1457

요약

본 연구는 운전자 연령대와 뇌손상 여부에 따라 다양한 반응시간 과제에서의 반응시간과 반응정확성에서 어떠한 차별성이 있는지 살펴볼 목적으로 수행되었다. 이를 위해 30-50대의 중년운전자, 65세 고령운전자, 그리고 65세 이상의 뇌졸중 고령운전자들을 대상으로 단순반응, 2-선택반응, 자극 이심률을 달리한 4-선택반응, 탐색반응 및 동적자극 탐지 과제에 대한 수행을 비교하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 전반적으로 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자 순으로 느린 반응시간을 보였으나 자극 이심률이 작은 조건(5°)에 비해 큰 조건(10°)에서 뇌졸중 고령운전자의 반응시간이 다른 집단에 비해 더 두드러지게 지연되었다. 둘째, 전체 반응시간에서 단순 반응시간을 감산한 반응시간을 분석한 결과, 2-선택반응 과제와 동적자극 탐지과제에서의 집단간 반응시간 차이는 유의하지 않았는데, 이것은 이러한 과제들에서의 반응시간 차이가 단순 반응시간에 의해 주로 결정된다는 것을 시사한다. 셋째, 일시적 기억을 요구하는 탐색과제에서는 두 고령운전자 집단이 중년운전자 집단에 비해 유의하게 느리고 부정확한 수행을 보였다. 넷째, 집단간 반응정확성에서의 차이는 선택 대안이 많은 과제와 기억을 요구하는 과제에서 두드러졌다. 이러한 결과는 기억 요구를 수반하는 탐색과제는 중년과 고령운전자 사이의 수행을, 반면 자극 이심률 조건은 뇌졸중 여부에 따른 고령운전자 집단에서의 수행 차이를 민감하게 반영할 수 있음을 시사한다.

주제어: 반응시간 과제, 고령운전자, 뇌졸중 고령운전자, 반응시간, 반응정확성

1. 서론

연령이 증가함에 따라 감각, 지각, 주의, 기억, 신체 통제 능력, 그리고 행동 계획이나 예측을 포함하는 거의 모든 정보처리 요소들에서 저하가 발생한다(Hakamies-Blornqvist, 1998). 이러한 연령증가에 따른 정보처리 역량에서의 저하를 측정하기 위해 다양한 형태의 운전수행-관련 검사들이 제작되어 사용되고 있다. 여기에는 일반적 시력 민감도, 선택반응, 기억, 주의, 혹은 주변시 탐지 능력을 측정하기 위한 기초적인 실험심리학적 방법들(Marottoli, et al., 1998), 운전 시뮬레이션(Chattha, 2010; Marmeleira, Ferreira, Melo, & Godinho, 2012), 실제 차량을 이용한 검사(De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000), 그리고 자기 보고법(Roth, Goode, Clay, & Ball, 2003)에 이르기까지 매우 다양한 형태가 포함된다.

각 검사는 상대적 장단점을 갖고 있다. 예를 들어, 실험심리학적 방법은 엄밀한 통제가능성이, 반면 운전 시뮬레이션이나 실제 차량을 통한 검사는 현실적 자연스러움이 각각의 장점이 될 것이다. 그리고 이러한 검사의 선택은 연구목적에 따라 결정될 것이다. 예를 들어, 운전자의 연령 차이에 따른 기본적 정보처리 역량에서의 차이를 보고자 하는지, 아니면 실제 운전

수행에서의 차이를 보고자 하는지에 따라 실험심리학적 방법과 운전시뮬레이션 혹은 실제 운전 검사가 각각 사용될 수 있을 것이다. 그러나 대부분의 검사가 공통적으로, 그리고 기본적으로 측정하고자 하는 것은 주어진 실험 조건에서 운전자들이 얼마나 빠르고 정확하게 반응할 수 있는지의 여부일 것이다.

반응시간(reaction time)과 반응정확성(reaction accuracy)을 측정하는 반응시간 과제(reaction time task)가 운전수행을 포함한 다양한 인간수행의 영역에서 중요한 연구방법으로 사용된다. 이것이 주어진 상황(자극) 조건에 따라 달라지는 심적 과정에서의 양적/질적 차이를 추정할 수 있도록 해 주기 때문이다(Lee, 2001; Triggs & Harris, 1982). 즉, 매우 단순한 형태의 단일 자극에 대한 반응뿐만 아니라 다수의 복잡한 자극에 대한 반응은 모두 중추적 처리과정을 요구하는데, 이러한 자극과 반응 사이의 관계에 기초하여 정보처리 과정에 포함되는 지각, 재인과 기억, 반응선택, 그리고 반응실행 등을 분할하여 살펴볼 수 있는 것이다(Lee, 2001).

각각의 정보처리 단계를 엄격하게 구분하고 이러한 단계들을 삽입하거나 삭제하여 각 단계에서 소요되는 반응시간을 분리하여 측정하든(Donders, 1868; Lee, 2001에서 재인용), 아니면 동일한 정보처리 단계에서의 처리 부담 수준을 조작하든(Sternberg, 1969), 반응

시간 과제를 통해 측정되는 반응시간과 반응정확성은 주어진 자극이나 요구되는 반응의 속성뿐만 아니라 반응하는 사람의 다양한 속성, 예를 들어 성별(Bleecker, Bolla-Wilson, Agnew, & Meyers, 1987; Botwinick & Thompson, 1966)이나 연령(Makishita & Matsunaga, 2008)과 같은 개인의 안정적 속성, 혹은 피로(Philip, Taillard, Quera-Salva, Bioulac, & Åkerstedt, 1999)와 알코올의 영향(Moskowitz & Robinson, 1988)과 같은 일시적 상태에 따라서도 상이한 양상으로 관찰된다.

연령증가에 따라 정보처리의 다양한 영역에서 저하가 발생하고 이것은 고령운전자의 운전수행 저하로 이어진다(Joo & Lee, 2014; Lee, 2015). 물론Hakamies-Blomqvist(2004)가 언급하였듯이 고령운전자들은 자신의 감소된 운전능력에 따라 전반적 운전 빈도는 물론 좋지 않은 날씨나 혼잡한 도로에서의 운전을 회피하는 등 스스로의 운전을 조절하기도 하지만, Rumar(1986)가 주장하였듯이 연령증가에 따른 운전수행에서의 저하는 결국 교통사고의 가능성을 높이는 결과를 초래한다.

그렇다면 고령운전자의 운전수행 저하에 영향을 미치는 정보처리 요소는 무엇인가? 고령운전자의 정보처리 역량과 운전수행 사이의 관련성을 살펴본 대부분의 연구들은 정보처리 과정에 포함된 거의 모든 단계가 고령운전자의 운전수행 저하와 유의한 관련이 있음을 보이고 있다. McKnight와 McKnight(1999)는 고령운전자들을 대상으로 다양한 유형의 실험심리학적 과제들과 실제 도로에서의 운전수행 사이의 관련성을 살펴보았다. 이 연구에서 사용된 실험심리학적 과제들에는 (1) 정적/동적 시력에 대한 감각 과제, (2) 주의폭, 선택주의 및 분산주의에 대한 주의 과제, (3) 지각속도, 운동지각 및 장의존성에 대한 지각 과제, (4) 단기기억 등에 대한 인지 과제, 그리고 (5) 단순 반응시간과 선택 반응시간에 대한 정신운동 과제 등이 포함되었다. 분석 결과, 다양한 실험심리학적 과제와 운전수행 측정치 사이에서 통계적으로 유의한 상관관계가 관찰되었는데, 이러한 결과에 기초하여 McKnight와 McKnight(1999)는 운전자의 연령과 관련된 운전수행에서의 결함은 거의 모든 정보처리 능력에 어느 정도 영향을 받는 것 같다고 결론지었다.

이렇듯 대부분의 정보처리 요소가 고령운전자의 운전수행 저하에 기여하는 것으로 보이지만 경험적/실제적 측면에서 이러한 관련성에 대해 몇 가지 고려해야 하는 부분이 있다. 먼저, 고령운전자의 운전수행 저하에 다양한 정보처리 요소들이 독립적으로 영향을 미치기는 보다는 각각의 효과가 서로 결합되어 영향을 미칠 수 있다는 점이다. 예를 들어, 시력이나 병리적 원인에 의한 시각 능력에서의 저하 자체는 운전수행과는 유의한 관련성을 갖지는 않는 것을 관찰한 Gresser와 Meyer(1994)는 저하된 시각 능력만으로는 고령운전자의 높은 사고율을 설명하기에 불충분하다고 주장하였다. 또한 앞에서 소개한 McKnight와 McKnight(1999)도 다양한 실험심리학적 과제들 사이의 높은 정적 상관관계에 기초하여 고령운전자의 운전수행 저하, 나아가 교통사고를 실제로 야기하는 요소가 무엇인지 밝히는 것은 거의 불가능하다고 강조하기도 하였다.

둘째, 정보처리 요소들 사이의 이러한 강력한 상호관련성에도 불구하고 고령운전자의 운전수행 저하를 특히 더 잘 설명할 수 있는 요소가 무엇인지에 대해서도 고려해 보아야 한다. 운전과제 자체가 상당한 수준의 시각적 지각과 주의를 요구한다는 점을 감안하면 고령운전자의 운전수행 저하에 이러한 요소들이 특히 더 많은 영향을 미칠 수 있음은 직관적 측면에서 보아도 타당할 것이다. 실제로 Hakamies-Blomqvist(1994)는 사고를 경험한 고령운전자들의 44%가 사고 직전에 위험요소를 지각하지 못했다는 것을 발견한 후 정보처리 요소 중 지각/주의 과정에서의 에러가 고령운전자 교통사고의 가장 중요한 요인이 될 수 있다고 주장하였다.

고령운전자의 지각/주의 처리 능력과 관련하여 많이 사용되는 것 중 하나가 가용시각장(useful field of view: UFOV) 검사이다. UFOV란 안구나 머리의 움직임이 없이 시각 정보를 처리할 수 있는 시각장을 말한다(Ball, Beard, Roenker, Miller, & Griggs, 1988). 이 검사는 운전이 시각장에서의 중심시 영역뿐만 아니라 주변시 영역에서 제공되는 정보를 모두 처리해야 하는 과정이라는 가정에 기초한다. 개인차가 있기는 하지만 중심시의 영역은 일반적으로 5°

반경(5-degree radius)의 시각장 범위이고 이 범위를 벗어날수록 주변시에 더 의존해야 한다(Kawasaki, Crippa, Anderson, & Kardon, 2005). UFOV는 연령 증가에 따라 감소하기 때문에(Ball, Owsley, Sloane, Roenker, & Bruni, 1993) 연령 증가에 따른 운전수행에서의 저하를 예측하는데 UFOV를 적용한 검사가 많이 사용되었고, 또한 이 검사의 타당도도 높은 것으로 보고되고 있다. Ball 등(1993)은 55세에서 90세 사이의 교통사고 고령운전자의 사고빈도와 UFOV 검사, 정적 시력 그리고 대비민감도 사이의 관련성을 비교한 결과, UFOV 검사 결과가 교통사고를 야기한 고령운전자를 확인하는데 가장 좋은 측정치라는 것을 발견하였다.

연령에 따른 정보처리 역량에서의 저하와 운전수행 사이의 관련성을 고려할 때 중요하게 대두되는 실제적인 문제 중 하나는 뇌손상을 경험한 운전자들의 운전수행 능력에 대한 것이다. 현재 우리나라에는 뇌졸중을 비롯한 다양한 원인에 의해 뇌손상을 경험한 운전자들이 운전을 계속할 수 있을지의 여부는 본인이나 가족, 혹은 담당의사의 권고 등에 의해 결정되는 반면, 운전역량에 대한 객관적 검사 결과에 기초하여 법적으로 운전가능 여부를 결정하는 특별한 기준은 아직 없다. 따라서 뇌졸중을 경험한 운전자, 특히 뇌졸중이 비교적 고령 연령층에서 많이 발생한다는 점을 감안하면 뇌졸중 고령운전자들의 운전수행 능력을 예측하기 위한 노력은 실제적 측면에서도 큰 의미를 가질 수 있을 것이다.

뇌졸중을 경험한 운전자들의 운전수행 능력에 대한 연구들은 대부분 이미 개발되어 있는 일반적 인지기능 검사(Mini-Mental State Examination: MMSE, Folstein, Folstein, & McHugh, 1975), 운전기능 평가(Cognitive Perceptual Assessment for Driving: CPAD, Lee, Choi, & Lee, 2013), 뇌졸중 운전자 선별검사 점수(British Stroke Driver Screening Assessment: SDSA, Nouri & Lincoln, 1993) 등이 이들의 운전수행 성공여부를 얼마나 잘 판별하는지 검토하기 위한 목적으로 많이 활용되었다.

이러한 연구 결과들을 종합적으로 살펴보면 MMSE는 운전수행에 대한 독자적인 예측도구로 충

분하지 않기는 하지만(Lundberg et al., 2003; 그러나 Park, 2013은 이와는 반대의 결과를 관찰하였다), 대부분의 뇌졸중 운전자 진단검사들이 운전수행의 성공 여부를 타당하게 예측할 수 있다는 것을 보여주고 있다. Lee, Choi 및 Lee(2013)는 48명의 뇌졸중 환자들을 대상으로 CPAD 점수와 실제 운전수행 사이의 관계를 살펴보았는데, 그 결과 CPAD에서 합격군에 포함된 운전자들이 불합격군에 포함된 운전자들에 비해 실제 운전을 하고 있을 확률은 더 높은 반면 사고를 경험할 확률은 더 낮았다고 보고하였다. 이와 유사하게 Lundberg 등(2003)은 점-지우기 과제(dot-cancellation task)를 포함한 네 가지의 기초적인 지각-인지검사로 구성된 SDSA 점수를 통해 운전수행 검사에서의 성공여부를 78% 정도 예측할 수 있다는 것을 관찰하였다.

기존 연구들에 따르면 뇌졸중 운전자들은 일반 운전자들에 비해 다양한 지각/인지 측면에서의 수행이 상대적으로 더 저조한 것으로 보인다. Blane, Lee, Lee, Parsons 및 Falkmer(2016)는 56세에서 78세 사이의 뇌졸중 운전자들과 동일 연령대의 일반 운전자들에게 전반적 인지기능을 측정하는 몬트리올 인지평가 검사(Montreal Cognitive Assessment: MoCA), 시공간 능력을 측정하는 벤튼 선분방향 판단검사(Benton Judgment of Line Orientation Task: BJLOT), 지속주의 능력을 측정하는 숫자경계과제(Digit Vigilance Task: DVT), 분산주의, 시지각 및 실행능력을 측정하는 기호잇기검사(Trail Making Test Part B: TMT-B), 그리고 시각재인, 기억 및 문제해결 능력을 측정하는 도로 표지 재인검사(Road Sign Recognition Test: RSRT) 등을 실시하였다. 그 결과 뇌졸중 운전자들은 이러한 지각/인지 검사 모두에서 동일 연령대의 일반 운전자들에 비해 유의하게 저조한 수행이 관찰되었다.

국내에서는 Kim과 Lee(2014)가 뇌손상을 경험한 운전자들을 대상으로 MMSE 점수를 통해 기초적 인지기능이 저하된 운전자들과 그렇지 않은 운전자들을 구분한 후, 시각 변별이나 시공간 능력 등을 측정하는 비운동성 시지각 검사(Motor-free Visual Perception Test: MVPT)와 공간적 자극에 대한 시지각, 시각기억 및 실행능력 등을 측정하는 레이-오스테이트 복합도

형 검사(Rey-Osterrieth Complex Figure Test: ROCF)에서의 수행을 비교하였다. 그 결과, 뇌졸중을 경험한 운전자들이라 하더라도 기초적 인지기능이 저하된 운전자 집단이 기준점 이상의 기초 인지능력을 보인 운전자 집단에 비해 모든 검사항목에서 수행이 더 저조하다는 것을 확인하였다. 이러한 결과들은 뇌졸중으로 인한 인지기능의 손상이 운전수행을 예측할 수 있다고 여겨지는 다양한 지각/인지검사에서의 수행에 반영될 수 있음을 시사한다.

지금까지의 개관을 종합하면, 기초적인 정보처리 역량을 측정할 수 있는 실험심리학적 과제들은 고령 운전자뿐만 아니라 뇌졸중 고령운전자의 운전수행 역량을 예측하는데 상당히 타당도 높은 도구라 할 수 있을 것이다. 또한 운전수행과 관련된 다양한 정보처리 요소들은 각각 독립적이기 보다는 몇 개의 요소들이 서로 결합되어 운전수행에 영향을 미치고, 다양한 실험심리학적 과제들 중에서 특정 과제는 운전자들의 운전수행 능력을 특히 더 잘 예측할 수 있는 것으로 보인다. 예를 들어, 기초적인 시력보다는 지극 변별과 분산주의가 모두 요구되는 UFOV 검사가 운전수행에 대한 더 좋은 예측 도구가 될 수 있다.

연령 증가에 따른 정보처리와 운전수행에서의 능력 저하, 정보처리 요소와 운전수행 사이의 관련성, 그리고 뇌손상 여부에 따른 운전수행 능력에서의 차이 등을 포함하여 위에서 기술한 내용에 기초하여 본 연구의 목적과 특징을 기술하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 정보처리 능력과 운전수행 사이의 관련성을 살펴보기 위해 사용된 대부분의 실험심리학적 과제들이 운전자의 반응시간과 반응정확성에 대한 측정과 비교에 기초하고 있다는 점에 주목하고자 한다. 운전자들의 일반적 반응시간과 반응정확성이 중요한 측정치가 되는 이유는 이러한 측정치들이 인지기능에서의 핵심적 역량을 반영할 뿐만 아니라 운전과제 자체가 다양한 운전상황에서 빠르고 정확한 반응을 요구하기 때문일 것이다. 본 연구에서도 다양한 유형의 실험심리학적 반응시간 과제들에 대해 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자들이 반응시간과 반응정확성에서 어떠한 차이를 보이는지 살펴보고자 한

다. 특히, 반응시간과 반응정확성은 서로 교환적인 (trade-offs) 관계가 있고, 고령자는 빠른 반응보다는 정확한 반응에 더 큰 비중을 두고 주어진 과제를 수행하는 경향이 있다는 기존 연구 결과(e. g., Wickes, 1992)에 기초하면 본 연구에 포함된 운전자 집단에 따라 어떠한 반응 전략이 상대적으로 더 우세하게 관찰되는지 살펴볼 수도 있을 것이다.

기존의 연구들에서는 연령대와 뇌졸중 여부에 따른 실험심리학적 과제에서의 수행 차이를 비교하기는 하였으나 대부분 연령대와 뇌졸중 여부를 독립적으로 살펴본 경우가 많았고 동일한 과제 수행 조건에서 연령대와 뇌졸중 여부에 따른 수행의 차이를 통합하여 검토한 사례는 많지 않다. 다양한 정보처리 요소들이 조작된 반응시간 과제들에 대해 연령대에 따라, 그리고 뇌졸중 여부에 따라 반응시간과 반응정확성에서 어떠한 차이를 보이는지 통합적으로 살펴봄으로써 연령대와 뇌손상에 따른 정보처리 요소에서의 저하 양상을 차별화하여 살펴볼 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서는 실험참가자들의 반응시간을 두 가지 측정치로 구분하여 살펴보고자 한다. 하나는 각 과제에서 보인 원래의 반응시간(original reaction time: 이후 'ORT'로 표기함)이고, 다른 하나는 각 과제의 반응시간에서 단순반응 과제의 반응시간을 감산한 반응시간(reaction time subtracted by simple reaction time: 이후 'SRT'로 표기함)이다. 본 연구에 고령운전자 집단뿐만 아니라 뇌졸중을 경험한 고령운전자 집단이 포함되어 있기 때문에 이들이 보인 단순 반응시간에 대한 차이도 기본적으로 비교해 보아야 하겠지만, 단순반응 시간을 기저 측정치로 하여 단순반응 과제보다 좀 더 복잡하게 구성된 다른 과제들의 수행에 추가적으로 소요된 반응시간에서의 증가도 좀 더 흥미있는 측정치가 될 수 있을 것이다. 예를 들어, 실험참가자 집단에 따라 단순반응 시간에서 이미 큰 차이를 보인다면 이것은 단순반응 과제보다 좀 더 복잡하게 구성된 과제들에도 반영되어 이러한 과제들에서의 반응시간에 차이를 가져올 수 있을 것이다.

구체적으로, 단일자극에 대한 반응시간을 통제된 이후에 복수의 자극 중에서 표적자극을 선택하는 조

건(2-선택반응, 4-선택반응), 움직이는 자극의 속성을 빠르고 정확하게 파악해야 하는 조건(동적자극 탐지 과제), 그리고 미리 제시된 자극에 대한 기억을 바탕으로 이후에 제시되는 자극을 변별/식별하여 반응하는 조건(탐색 과제) 등에서 실험참가자들이 보인 반응 시간 증가에서의 차이는 연령과 뇌손상 여부에 따른 반응시간 과제 수행에서의 속성을 이해하는데 중요한 자료가 될 수 있을 것이다. 특히 4-선택반응 과제에서는 자극 이심률(stimuli eccentricity, 이하 'SE'로 표기함)을 통해 자극의 제시범위가 UFOV 안에 제시되거나 아니면 이 범위를 넘어 제시되는 조건으로 구분되었는데 이를 통해 UFOV가 갖는 효과를 실험참가자 집단에 따라 비교할 수 있을 것이다

기존의 연구들에 기초하여 본 연구에서도 65세 이상의 고령운전자들은 중년운전자들에 비해 반응시간 과제에서 전반적으로 저조한 수행을 보일 것으로 예상된다. 특히 65세 이상의 운전자 중에서 뇌졸중을 경험한 운전자와 그렇지 않은 운전자들에서도 차이가 관찰되어 뇌졸중 고령운전자는 일반 고령운전자에 비해 수행이 더 저조할 것으로 예상된다. 그러나 본 연구에서는 운전자 집단에서의 수행 차이를 비교하는 것을 넘어 운전자 집단에서의 수행 차이가 어떠한 반응시간 과제에서 특히 더 차별화되어 관찰되는지 살펴보는 것을 목적으로 한다.

2. 방법

2.1. 실험참가자

30-50대의 중년 운전자 20명, 65세 이상의 고령운전자 30명, 그리고 뇌졸중을 경험한 65세 이상의 고령운전자 31명이 본 실험에 참여하였다. 이들은 모두 유효한 운전면허를 소지하고 있었다. 20명의 중년운전자 중 남성은 12명(60.0%), 여성은 8명(40.0%)이었고, 이들의 평균 연령은 39.3세($SD = 9.7$)였다. 중년운전자의 운전경력은 평균 146.1개월($SD = 74.8$)이었다. 30명의 고령운전자 중 남성은 24명(80.0%), 여성은 6명(20.0%)이었고, 이들의 평균 연령은 70.4세($SD = 3.1$)였다. 고령운전자의 운전경력은 평균 258.8개월($SD =$

126.8)이었다. 뇌졸중 고령운전자들은 OO지역에 소재한 네 곳의 병원에서 뇌졸중 이후 재활 훈련을 위해 병원을 주기적으로 방문하는 운전자들이었다. 이들 중 남성은 29명(93.5%), 여성은 2명(6.5%)이었고, 이들의 평균 연령은 68.6개월($SD = 14.4$)이었다. 이들이 본 실험에 참가한 시기는 뇌졸중 발병일을 기준으로 평균 12.4개월($SD = 12.1$)이 경과한 시점이었다. 이들은 뇌졸중 발병 이전에 모두 특별한 어려움없이 적극적으로 운전하였고, 치료 이후 다시 운전하고자 하는 의지를 분명히 밝힌 운전자들이었다. 이들의 운전 경력 자료는 병원에서 개인정보 보호를 이유로 공개하지 않았기 때문에 정확한 운전경력은 파악되지 않았으나 이들의 연령에 비추어 고령운전자 집단의 운전경력과 유사한 수준일 것으로 추정된다. 또한 고령운전자 집단과 뇌졸중 고령운전자 집단 모두에서 여성에 비해 남성의 비율이 상대적으로 매우 높았는데, 본 연구에서는 성차는 고려하지 않았을 뿐만 아니라, 2014년을 기준으로 우리나라 65세 이상 운전자의 성비는 남성과 여성이 각각 82.2%와 17.8%라는 점을 감안하여 비록 성별에 따른 비율에서 차이가 있더라도 특별한 조치없이 수집된 자료를 그대로 사용하였다.

2.2. 실험과제

본 연구에서 실험참가자들의 반응시간과 반응정확성을 비교하기 위해 다섯 개의 실험과제들을 구성하였다: 단순반응 과제, 2-선택반응 과제, 4-선택반응 과제, 탐색 과제, 그리고 동체자극 탐지 과제.

단순반응 과제는 실험참가자들이 단일 자극에 대해 얼마나 빠르게 반응하는지 측정하기 위해 제작되었다. 스크린 중앙에 '+' 표시가 제시된 후 500-2000msec 사이의 무선적 시점에서 가로 1.5cm x 세로 1.5cm 크기의 검은색 정사각형이 제시되었다. 자극이 제시되면 실험참가자는 가능한 빠르게 지정된 키보드상의 키('? 키)를 누르도록 하였다. 단순반응 과제에서 측정하고자 한 것은 실험참가자들이 개인에 따라 다르게 보일 수 있는 단순반응에서의 반응시간이었고, 이 과제의 경우 표적자극 이외에 다른 자극은 제시되지 않았기 때문에 반응정확성은 고려되지 않았다. 연습시

행은 5회, 본시행은 10회 실시되었다.

2-선택반응 과제의 경우 화면 중앙에 제시되는 좌우 화살표 자극에 대해 얼마나 빠르고 정확하게 화살표가 가리키는 방향을 선택하여 반응하는지 측정하였다. 스크린 중앙에 '+' 표시가 제시된 후 500-2000msec 사이의 무선적 시점에서 가로 3.5cm x 세로 1.5cm의 검은색 직사각형 안에 좌측 혹은 우측을 향하고 있는 흰색 화살표가 제시되었다. 자극이 제시되면 실험참가자는 가능한 빠르고 정확하게 지정된 키보드상의 키(좌방향 화살표: 'z' 키, 우방향 화살표: '?'키)를 누르도록 하였다. 이 과제에 대해 반응시간과 반응정확률이 측정되었다. 좌방향 화살표와 우방향 화살표가 연습시행에서는 각각 3회, 그리고 본시행에서는 각각 5회씩 제시되었다.

4-선택반응 과제에서는 동시에 제시된 네 개의 자극 중 다른 자극과 모양이 상이한 자극의 위치를 빠르고 정확하게 선택하여 반응하도록 하였다. 스크린 중앙에 '+' 표시가 제시된 후 500-2000msec 사이의 무선적 시점에서 스크린의 상하좌우 위치에 세 개의 ○ 모양이 제시되고 다른 한 위치에는 한쪽이 터진(예를 들어, ⊙) 모양이 제시된다. 자극은 가로 2.0cm x 세로 2.0cm 크기로 제시되었다. 실험참가자는 네 개의 자극 중 모양이 다른 자극의 위치를 네 개의 화살표 키를 이용하여 빠르고 정확하게 선택하도록 하였다. 이러한 선택반응에서의 반응시간과 반응정확률이 측정되었다. 특히 UFOV 조건에 따라 4-선택반응 과제에서는 전체 자극이 제시되는 위치가 응시점으로부터 멀어지는 정도인 자극 이심률을 달리하였다. 네 개의 자극은 응시점으로부터 5°나 10°의 시각도로 떨어진 지점에 제시되었다. UFOV가 좁은 조건과 넓은 조건에 대해 연습시행은 각각 4회, 그리고 본시행은 각각 8회씩의 반응이 요구되었다.

탐색과제에서는 스크린에 미리 제시된 자극(예를 들어, ⊕와 같은 도로표지판)이 뒤에 제시된 네 개의 자극에 포함되어 있는지의 여부를 판단하도록 하는 과제였다. 스크린 중앙에 '+' 표시되고 500msec 이후에 표적자극이 하나 제시된다. 그리고 1000msec 이후에 네 개의 자극이 스크린의 4분면 위치에 제시되었다. 자극은 가로 3.0cm x 세로 3.0cm 크기로 제시되었

다. 실험참가자는 네 개의 자극 중 이전 화면에 제시되었던 도로표지 모양이 다음 화면에서 네 개의 자극 안에 포함되어 있는지의 여부를 빠르고 정확하게 판단하여 이전 자극이 포함되어 있을 경우 예-반응('z' 키), 그렇지 않을 경우 아니오-반응('?' 키)을 하도록 하였다. 이전 자극이 다음 화면에 제시되는 조건과 그렇지 않은 조건이 연습시행에서는 각각 4회, 그리고 본시행은 각각 8회씩 제시되었고, 판단에서의 반응시간과 반응정확률이 측정되었다.

동적자극 탐지과제에서는 빠르게 움직이는 자극이 가리키고 있는 방향을 빠르고 정확하게 선택하여 반응하도록 하였다. 스크린 중앙에 '+' 표시되고 500msec 이후에 스크린 하단으로부터 상단 방향으로 혹은 하단으로부터 상단 방향으로 빠르게 움직이는 가로 2.0cm x 세로 2.0cm 크기의 ⊙ 모양 혹은 ⊙ 모양의 자극이 제시된다. 각 자극은 20cm의 거리를 3초 안에 이동하도록 하였다. 실험참가자는 자극에서 터진 부분이 가리키고 있는 방향에 대해 가능한 빠르고 정확하게 지정된 키보드상의 키(좌방향: 'z' 키, 우방향: '?'키)를 누르도록 하였다. 이 과제에서도 반응시간과 반응정확률이 측정되었다. 연습시행에서는 상하방향과 하상방향이 각각 2회씩, 그리고 각 이동방향에 대해 자극의 터진 부분이 좌측 혹은 우측이 각 1회씩) 제시되는 조건이었고, 본시행에서는 각 이동방향에 대해 6회씩, 각 이동 방향에서 좌우반응은 각 3회씩 실시되었다.

모든 과제에서 반응시간은 1/1000초 단위로, 반응정확성은 전체 시행수에 대한 정확반응의 비율(%)로 측정하여 분석하였다. 그리고 너무 빠르거나 (50msec 이하) 느린 반응(5000msec 이상)은 오반응으로 처리하였다. 자극 제시와 실험참가자들의 반응을 측정하기 위해 E-Prime ver.2.0을 사용하였다. 실험자극은 실험참가자 전방 60cm 지점에 위치한 LCD 화면에 최대해상도 1680 × 1050, 초당 화면 갱신률이 60fps인 LG Flatron wide L226WTQ 디스플레이를 통해서 제시하였다.

2.3. 실험절차

중년운전자와 고령운전자는 인터넷 광고를 통해 모집하였고, 뇌졸중 고령 운전자는 OO지역에서 뇌졸

중 재활훈련을 운영하고 있는 네 곳의 병원의 협조를 구해 실험참가자를 모집하였다. 모든 실험참가자들은 유효한 운전면허를 소지한 운전자 중에서 최소 운전경력이 12개월 이상인 사람으로 한정하였다. 실험참가자들이 실험실에 입실하면 실험참가동의서에 먼저 서명하도록 하였고, 시력과 기초적 운동반응 능력 등 본 실험에 참가하는데 적합한 수준임을 확인하는 절차를 거쳤다. 본 연구에 포함된 5개의 실험 과제는 실험참가자들에 따라 무선적 순서로 실시되었고, 모든 과제는 본시행에 앞서 연습시행을 거쳤으며, 실험참가자가 수행 요구사항을 충분히 이해한 다음에 본시행을 실시하였다. 전체 실험 시간은 실험참가자에 따라 약 20~40분 정도였고 모든 실험참가자들에 대해 실험 참가에 대한 소정의 사례를 제공하였다.

3. 결과

본 실험에서는 5개의 실험과제를 사용하였으나 4-

선택반응과제의 경우 SE 조건이 두 수준(5° vs. 10°)으로 조작되었기 때문에 이를 분리하여 반응시간과 정확반응률을 계산하였다. 따라서 이후의 결과 분석에서는 전체 과제를 6개의 과제로 분리하여 분석하였다. 과제들에 대한 실험참가자 집단의 반응시간과 반응정확률에서의 차이를 검토하기 위해 변량분석을 실시하였다. 통계적 유의도 수준은 5%로 정하였다. 반응정확률은 단순 반응과제를 제외한 나머지 과제에서 반응선택을 잘못된 경우와 6개의 모든 과제에서 너무 빠르거나(50msec 이하) 느린(5000msec 이상) 반응을 제외한 정반응 비율을 계산하여 분석하였다.

3.1. 반응시간

3.1.1. ORT

여섯 개의 과제들에 대한 반응시간 측정치의 요약자료와 이 자료에 대한 변량분석 결과 및 사후검증 결과가 Table 1의 상단에 제시되어 있다. 먼저, 6개의 반응시간 측정치에 대해 실험참가자들이 보인 상대적

Table 1. Results of ANOVA for Reaction Time

Tasks	Middle-age (N=20)		Old-age (N=30)		Stroke Old-age (N=31)		F	Partial Eta Square	Bonferroni Post-hoc
	M	SD	M	SD	M	SD			
Original Reaction Time: ORT									
Simple Reaction	297.35	88.50	732.33	349.66	942.74	450.34	20.33 **	0.34	1<2=3
2-Choice	468.85	173.88	999.83	366.83	1290.10	496.12	27.02 **	0.41	1<2<3
4-Choice: SE=5°	777.05	191.28	1352.43	301.30	2117.90	871.30	34.28 **	0.47	1<2<3
4-Choice: SE=10°	834.35	260.61	1519.40	414.51	2564.90	982.49	43.12 **	0.53	1<2<3
Search	1469.40	282.97	2537.43	593.42	2900.71	1098.67	20.86 **	0.35	1<2=3
Moving target	2992.10	264.16	3286.30	237.45	3621.58	453.02	21.24 **	0.35	1<2<3
Reaction Time Subtracted by Simple Reaction Time: SRT									
2-Choice	171.50	177.13	267.50	274.79	347.35	356.91	2.23	0.05	1=2=3
4-Choice: SE=5°	479.70	169.24	620.10	291.92	1175.16	704.39	16.10 **	0.29	1=2<3
4-Choice: SE=10°	537.00	237.63	787.07	376.93	1622.16	845.17	25.61 **	0.40	1=2<3
Search	1172.05	245.52	1805.10	572.88	1957.97	1063.16	6.97 *	0.15	1<2=3
Moving target	2694.75	259.13	2553.97	383.53	2678.84	440.39	1.13	0.03	1=2=3

*p < .01, **p < .001

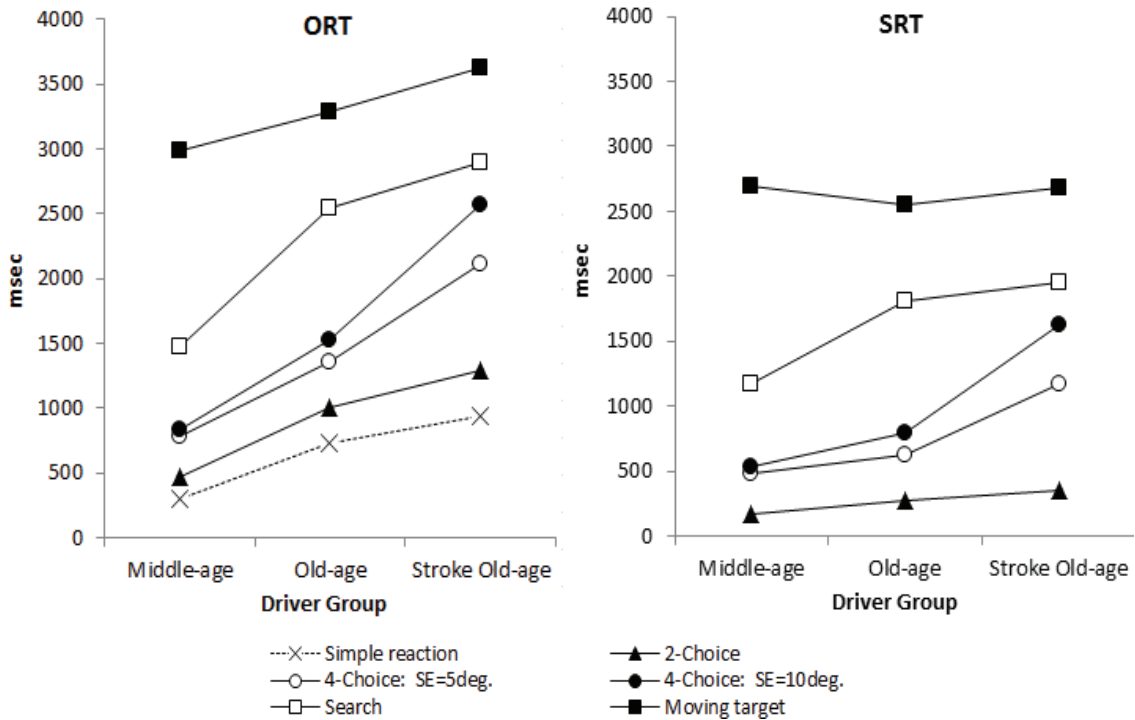


Fig. 1. Reaction Time

차이를 살펴보기 위해 실험참가자 집단을 독립변인으로, 6개의 반응시간 측정치를 종속변인으로 한 3 x 6 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 집단의 주효과($F = 49.95, p < .001$, 부분에타자승 = .56)와 실험과제의 주효과($F = 403.96, p < .001$, 부분에타자승 = .84) 및 이 두 가지 변인 사이의 상호작용 효과($F = 9.39, p < .001$, 부분에타자승 = .19)가 모두 유의하였다. 즉, 모든 실험과제들의 반응시간을 통합하여 고려한 결과 뇌졸중 고령운전자(Mean = 2240, SD = 574), 고령운전자(Mean = 1738, SD = 263) 및 중년운전자(Mean = 1140, SD = 159)의 순서로 유의하게 느린 반응시간을 보였고, 실험과제별로는 동적자극 탐지(Mean = 3342, SD = 420)에서의 반응시간이 가장 느렸고, 탐색(Mean = 2413, SD = 959), 4-선택: SE = 10°(Mean = 1750, SD = 963), 4-선택: SE = 5°(Mean = 1503, SD = 783), 2-선택(Mean = 979, SD = 501), 그리고 단순반응(Mean = 705, SD = 431) 과제 순으로 반응시간이 느렸다(Fig. 1의 좌측).

반응시간에 대한 실험참가자 집단과 실험과제 사이의 상호작용효과가 유의하였기 때문에 이러한 상호작

용 효과를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해 각 과제에서의 반응시간을 종속측정치로 하고 실험참가자 집단을 독립변인으로 한 변량분석을 실시하였다. 그 결과 6개의 종속측정치 모두에서 실험참가자 집단의 주효과가 유의하였다($F = 20.33 \sim 43.12, p < .001$, 부분에타자승 = .34 ~ .53). Bonferroni 사후검증을 통한 집단간 비교 결과, 2-선택과제, 4-선택과제의 두 조건인 이심률 = 5° 조건과 이심률 = 10° 조건, 그리고 동적자극 탐지와제에서는 뇌졸중 고령운전자, 고령운전자, 그리고 중년운전자의 순으로 모든 과제에서 더 유의하게 느린 반응시간을 보였다(Table 1 상단 참조). 반면 단순반응 과제와 탐색과제에서는 고령운전자 집단과 뇌졸중 운전자 집단 사이에는 반응시간에서 차이가 유의하지 않았고 이 두 집단은 모두 중년운전자 집단의 반응시간에 비해 유의하게 더 느린 반응시간을 보였다.

3.1.2. SRT

위에서도 언급되었듯이, 단순반응 과제에서 소요된 반응시간과 비교하여 단순반응 과제보다 좀 더 복잡

하게 구성된 과제들의 수행에서 어느 정도의 반응시간이 추가적으로 요구되는지 실험참가자 집단에 걸쳐 비교함으로써 연령과 뇌졸중 여부에 따른 반응시간의 차이를 과제별로 살펴볼 수 있을 것이다. 5개의 과제들의 SRT에 대한 변량분석 결과 및 사후검증 결과가 Table 1의 하단에 제시되어 있다.

먼저, 각 과제에 대한 SRT에서 실험참가자 집단이 보인 차이를 살펴보기 위해 실험참가자 집단을 독립변인으로, 5개의 반응시간 차이값을 종속변인으로 한 3 x 5 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 집단의 주효과($F = 17.71, p < .001$, 부분에타자승 = .31)와 실험과제의 주효과($F = 324.00, p < .001$, 부분에타자승 = .81) 및 이 두 가지 변인 사이의 상호작용 효과($F = 8.44, p < .001$, 부분에타자승 = .18)가 모두 유의하였다. 즉, 각 실험과제들의 SRT 자료를 통합하여 고려한 결과, 뇌졸중 고령운전자(Mean = 1556, SD = 462), 고령운전자(Mean = 1207, SD = 253) 및 중년운전자(Mean = 1011, SD = 157)의 순서로 유의하게 더 큰 SRT를 보였다. 또한, 실험과제별로는 동적자극 탐지(Mean = 2637, SD = 382), 탐색(Mean = 1707, SD = 810), 4-선택: SE = 10°(Mean = 1044, SD = 743), 4-선택: SE = 5°(Mean = 797, SD = 562), 그리고 2-선택(Mean = 274, SD = 296) 과제 순으로 SRT에서의 증가가 더 컸다(Fig. 1의 우측).

각 과제의 SRT에서 실험참가자 집단과 실험과제 사이의 상호작용 효과를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해 각 과제의 SRT를 종속측정치로 하고 실험참가자 집단을 독립변인으로 한 변량분석을 실시하였다. 그 결과, SRT는 ORT와는 몇 가지 측면에서 상이한 패턴을 보이는 것이 관찰되었다. 즉, 4-선택과제의 두 조건인 SE = 5° 조건($F = 16.10, p < .001$, 부분에타자승 = .29)과 SE = 10° 조건($F = 25.61, p < .001$, 부분에타자승 = .40), 그리고 탐색과제에서의 반응시간($F = 6.97, p < .01$, 부분에타자승 = .15)는 ORT에 대한 분석 결과와 마찬가지로 SRT에서도 집단간 차이가 유의하였으나, 2-선택과제 반응시간과 동적자극 탐지 과제에서는 집단간 차이 유의하지 않았다. SRT에서의 집단간 차이에 대한 사후분석 결과도 ORT에 대한

Bonferroni 사후검증 결과와는 부분적으로 상이한 패턴을 보였다. 즉, 탐색과제의 경우는 ORT에 대한 분석결과와 동일하게 고령운전자 집단과 뇌졸중 고령운전자 집단 사이에는 ORT에서 유의한 차이가 없던 반면 이 두 집단은 모두 중년운전자에 비해 느린 ORT를 보였다. 이와는 대조적으로 2-선택과제와 동적자극 탐지과제에서의 SRT는 집단간에 유의한 차이가 관찰되지 않았고, 4-선택 과제의 두 가지 조건 모두에서는 중년운전자 집단과 고령운전자 집단 사이에서의 SRT 유의한 차이가 관찰되지 않은 반면, 뇌졸중 고령운전자 집단은 이 두 운전자 집단에 비해 유의하게 더 느린 SRT를 보였다(Table 1 하단 참조).

3.2. 반응정확성

각 과제에 대해 실험참가자 집단이 보인 반응정확성에서의 차이를 살펴보기 위해 실험참가자 집단을 독립변인으로, 그리고 6개 과제에서의 반응정확률을 종속변인으로 한 3 x 6 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 집단의 주효과($F = 30.45, p < .001$, 부분에타자승 = .44)와 실험과제의 주효과($F = 38.18, p$

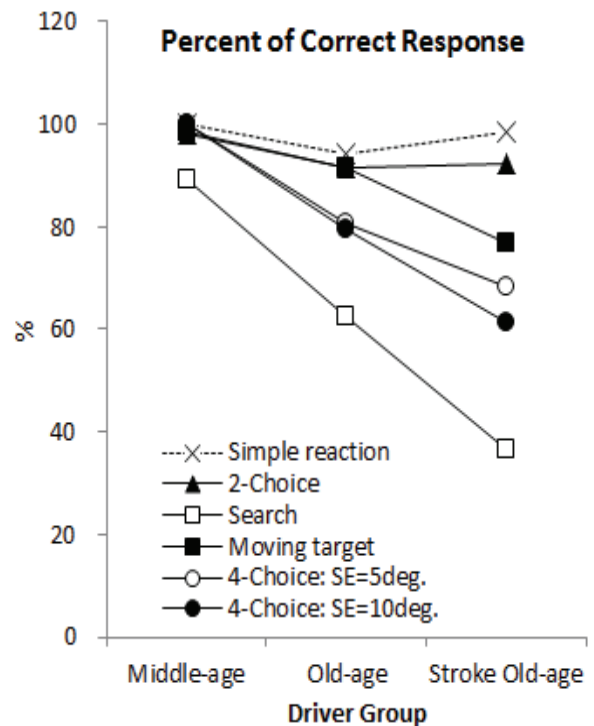


Fig. 2. Reaction Accuracy

Table 2. Results of ANOVA for Reaction Accuracy

Tasks	Middle-age (N=20)		Old-age (N=30)		Stroke Old-age (N=31)		F	Partial Eta Square	Bonferroni Post-hoc
	M	SD	M	SD	M	SD			
Simple Reaction	100.00	0.00	94.33	13.57	98.39	4.54	2.92	0.07	1=2=3
2-Choice	98.00	4.10	91.67	15.33	92.26	14.99	1.56	0.04	1=2=3
4-Choice: SE=5°	100.00	0.00	80.67	29.47	68.39	28.65	52.30**	0.57	1>2=3
4-Choice: SE=10°	100.00	0.00	79.33	30.39	61.29	30.52	7.19*	0.16	1>2>3
Search	89.00	18.89	62.33	19.24	36.45	16.24	9.51**	0.20	1>2>3
Moving target	98.33	3.42	91.39	18.89	76.87	28.06	13.09**	0.25	1=2>3

* $p < .01$, ** $p < .001$

< .001, 부분에타자승 = .33), 그리고 이 두 가지 변인 사이의 상호작용 효과($F = 7.91, p < .001$, 부분에타자승 = .17)가 모두 유의하였다. 각 실험과제들의 정확 반응률을 통합하여 고려한 결과 뇌졸중 고령운전자 (Mean = 72.72, SD = 13.24)의 정확반응율이 가장 낮았고, 고령운전자(Mean = 83.28, SD = 12.48) 및 중년 운전자(Mean = 97.57, SD = 3.31)의 순서로 유의하게 더 높은 정확반응률을 보였다. 실험과제별로는 탐색 (Mean = 59.01, SD = 27.28), 4-선택: SE = 10° (Mean = 77.53, SD = 30.23), 4-선택: SE = 5° (Mean = 80.74, SD = 27.83), 동적자극 탐지 (Mean = 87.55, SD = 22.50), 2-선택 (Mean = 93.46, SD = 13.43), 그리고 반응시간이 너무 빠르거나 느린 것만으로 계산된 단순 반응 (Mean = 97.28, SD = 8.95) 과제 순으로 정확반응률이 낮았다(Fig. 2).

정확반응률에 대한 실험참가자 집단과 과제 사이의 상호작용 효과를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해 각 과제의 정확반응률을 종속측정치로 하고 실험참가자 집단을 독립변인으로 한 변량분석을 실시하였다. 그 결과(Table 2), 단순반응 과제와 2-선택반응 과제에서는 집단 사이의 정확반응률에서 유의한 차이가 관찰되지 않았으나 4-선택과제의 두 조건인 SE = 5° 조건 ($F = 52.30, p < .001$, 부분에타자승 = .57)과 SE = 10° 조건 ($F = 7.19, p < .001$, 부분에타자승 = .16), 탐색과제 ($F = 9.51, p < .001$, 부분에타자승 = .20), 그리고 정적자극 탐지과제 ($F = 13.09, p < .01$, 부분에타자승

= .25)에서의 정확반응률은 집단 사이에서 유의한 차이가 관찰되었다. Bonferroni 사후검증 결과, 4-선택반응 과제: SE = 10° 조건과 탐색 과제의 경우는 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자 집단 순으로 정확반응률이 유의하게 높았던 반면, 4-선택반응 과제: SE = 5° 조건의 경우는 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 집단 사이에 정확반응률의 차이가 유의하지 않은 대신 이 두 집단은 모두 중년 운전자에 비해 낮은 정확반응률을 보였다. 동체자극 탐지과제의 경우는 뇌졸중 운전자 집단이 중년 운전자와 고령 운전자 집단에 비해 유의하게 낮은 정확반응률을 보였다.

4. 논의

본 연구는 운전자 연령대와 뇌손상 여부에 따라 다양한 반응시간 과제에서의 반응시간과 반응정확성에서 어떠한 차별성이 있는지 살펴볼 목적으로 수행되었다. 이를 위해 30-50대의 중년운전자, 65세 고령운전자, 그리고 65세 이상의 뇌졸중 고령운전자들을 대상으로 단순반응, 2-선택반응, 자극 이심률(SE)을 두 가지 조건(5° vs. 10°)으로 달리한 4-선택반응, 탐색반응 및 동적자극 탐지 반응을 요구하는 과제들을 구성하고, 이러한 과제들에 대한 원래의 반응시간(ORT)과 각 과제들에 대한 원래의 반응시간에서 단순반응 과제에 대한 반응시간(SRT)을 감산한 반응시간, 그리고

정확반응률을 측정하여 비교하였다. 본 연구의 결과와 논의점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, ORT를 분석한 결과 실험참가자 집단별로는 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자 순으로 느린 반응시간을 보였고, 과제 유형별로는 동적자극에 대한 탐지 과제의 반응시간이 가장 느렸던 반면, 단순과제 반응시간이 가장 빨랐다. 그러나 실험과제와 집단 사이의 유의한 상호작용 효과가 시사하듯이, 각 과제에서의 집단간 반응시간 차이는 동질적이지 않은 것으로 보인다. 예를 들어, Fig. 1의 우측 그래프를 보면 알 수 있듯이 동적자극 탐지과제의 경우 집단에 따른 반응시간의 증가는 비교적 일정한데 비해, 단순반응 과제, 2-선택과제, 그리고 탐색과제의 경우는 중년운전자와 고령운전자 사이의 반응시간 증가가 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 사이의 반응시간 증가보다 상대적으로 더 큰 반면, 4-선택과제의 경우는 전반적으로 중년운전자와 고령운전자 사이의 반응시간 차이보다 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 사이의 반응시간 차이가 더 컸다. 특히 이러한 경향은 SE가 좁은 조건에 비해 큰 조건에서 더 두드러지는 것이 관찰되었다.

이러한 결과는 뇌졸중 고령운전자 집단의 경우 동시에 주어지는 여러 개의 자극 중 특정 자극을 선택하여 반응하는데 고령운전자 집단에 비해 UFOV 범위의 영향을 특히 더 많이 받을 수 있음을 시사한다. 즉, 연령 증가에 따라 UFOV의 범위가 좁아진다는 것이 일반적 관찰이기는 하지만(Ball & Owsley, 1993), 뇌졸중을 경험한 고령운전자는 그렇지 않은 고령운전자에 비해 UFOV의 범위가 증가할수록 자극을 재인하는데 더 오랜 시간이 요구될 수 있다는 것이다. 실제로 Mazer, Sofer, Korner-Bitensky 및 Gelinas(2001)는 뇌졸중 환자들을 대상으로 UFOV 검사를 실시한 결과 동일 연령대의 일반인들에 비해 이들의 UFOV 범위의 협소화가 더 증가한다는 것을 관찰하였는데, 본 연구의 결과는 이 연구자들의 결과와 일치하는 것이라 할 수 있다.

둘째, ORT에서 단순반응과제에 대한 반응시간을

감하여 계산한 SRT에 대한 분석 결과, ORT에 대한 분석 결과와 마찬가지로 전반적으로는 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자 집단 순으로 SRT가 짧았고, 과제별로는 동적자극 탐지과제에 대한 SRT가 가장 길었던 반면 2-선택반응 과제에 대한 SRT가 가장 짧았다. 그러나 ORT에 대한 분석 결과와는 몇 가지 상이한 패턴이 발견되었는데, 가장 중요한 차이는 ORT에서 실험참가자 집단간 차이가 유의하였던 2-선택반응 과제와 동적자극 탐지과제가 SRT 분석에서는 유의하지 않았다는 점이다. ORT와 SRT에 대한 분석 결과와 이 두 가지 과제가 두 개의 자극 중에서 하나를 선택해야 하는 공통적 요소를 갖고 있다는 점을 종합적으로 감안하면 이 과제들에서의 집단간 차이는 단순반응 과제에서의 반응시간이 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 즉, Fig. 2의 우측에서도 보이듯이 자극이 2-선택반응 과제와 동적자극 탐지 과제에서의 SRT는 2개의 자극이 정적 혹은 동적 조건으로 제시되는지의 여부에 따라서 달라질 뿐 이 두 과제에서의 실험참가자 집단간 차이가 유의하지 않았는데, 이것은 ORT에서의 실험참가자 집단에 따른 반응시간에서의 차이가 실험참가자 집단에 따라 기본적으로 차이가 있는 단순 반응시간에 의해 주로 결정되는 것을 의미하는 것이다. 비록 단순 반응시간에서의 저하는 연령에 따라 비교적 크게 변하지 않는다는 연구 결과(Rogers & Knippling, 2007)도 있지만 많은 연구들은 연령 증가에 따른 단순 반응시간에서의 증가가 훨씬 더 일반적으로 관찰되는 현상이라는 점을 강조하고 있다(Morgan & King, 1995; Welford, 1984). 이러한 관점에서 본다면 연령대별 혹은 뇌손상 여부에 따른 운전자의 반응시간 과제 수행 차이를 살펴보기 위해서는 단순 반응시간을 먼저 측정 후 이것을 다른 반응시간 과제의 반응시간 비교에 반영하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

셋째, SRT에 대한 분석에서도 ORT에 대한 분석 결과와 유사하게 SE가 큰 경우 뇌졸중 고령운전자의 SRT는 뇌졸중을 경험하지 않는 고령운전자의 SRT에 비해 유의하게 더 길었다. 다시 말해 단순 반응시간을

고려한 이후에도 뇌졸중 고령운전자가 뇌졸중을 경험하지 않은 고령운전자에 비해 UFOV가 큰 조건에서 더 느린 반응시간이 관찰되었는데, 이것은 뇌졸중 여부에 따른 고령운전자의 반응시간 차이를 설명하는데 UFOV가 중요한 변인으로 사용될 수 있음을 시사한다. 특히, 뇌졸중을 포함한 뇌손상으로 인한 환자들에게서 나타나는 증상 중 하나가 마비가 발생한 쪽에 대한 감각입력의 무시인데(Stone et al., 1991), 본 연구에서 관찰된 뇌졸중 고령운전자들의 UFOV 협소화는 시각 자극에 대한 이러한 편측무시가 반영된 결과로 해석될 수 있을 것이다.

특히, ORT 분석 결과와는 대조적으로 SRT에서는 SE의 두 조건 모두에서 중년운전자와 고령운전자 집단 사이에 유의한 차이가 관찰되지 않았다는 점이 주목된다. 물론 두 집단 사이에 SRT에서의 평균 차이는 관찰되지만 이러한 차이가 통계적으로 유의한 수준으로는 도달하지 못하였다. 이러한 결과에 대한 한 가지 가능한 설명은 고령운전자의 단순 반응시간 자체가 중년운전자 집단에 비해 매우 느리다는 점에서 찾을 수 있을 것이다. 실제로 실험참가자 집단 사이의 차이가 아닌 집단내에서 SE의 두 가지 조건에 따른 SRT에서의 차이를 집단별로 분석한 결과, 중년운전자 집단에서는 SE의 두 조건 사이에서 SRT의 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 고령운전자 집단($F = 7.76, p < .01$, 부분에타자승 = .21)과 뇌졸중 고령운전자 집단($F = 20.13, p < .001$, 부분에타자승 = .40) 모두에서 SE의 두 조건 사이에서 SRT의 유의한 차이가 관찰되었다. 이러한 결과는 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 집단 모두는 UFOV 범위의 증가에 따라 자극에 대한 선택 반응시간에서의 시간지연이 나타날 수 있음을 보여준다.

넷째, 반응정확성에서의 차이를 비교한 결과, 뇌졸중 고령운전자의 정확반응률이 가장 낮았고, 고령운전자 및 중년운전자의 순서로 유의하게 더 높은 정확반응률을 보였다. 그리고 단순반응 과제를 제외하고 실험과제별로 정확반응률을 비교한 결과 탐색과제의 정확반응률이 가장 낮았던 반면, 2-선택반응 과제의

정확반응률이 가장 높았다. 그리고 실험참가자 집단과 실험과제를 동시에 고려한 경우 4-선택반응 과제: SE = 10° 조건과 탐색 과제의 경우는 중년, 고령 및 뇌졸중 고령운전자 집단 순으로 정확반응률이 유의하게 높았던 반면, 4-선택반응 과제: SE = 5° 조건의 경우는 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 집단 사이에 정확반응률의 차이가 유의하지 않은 대신 이 두 집단은 모두 중년운전자에 비해 낮은 정확반응률을 보였고, 동적자극 탐지과제의 경우는 뇌졸중 운전자 집단이 중년 운전자와 고령 운전자 집단에 비해 유의하게 낮은 정확반응률을 보였다.

이러한 결과는 UFOV가 큰 경우 고령운전자 집단에 비해 뇌졸중 고령운전자가 경험하는 수행에서의 어려움이 반응시간뿐만 아니라 반응정확성에서도 관찰된다는 것을 보여준다. 그리고 단순반응 과제와 2-선택반응 과제는 정확반응률에서 집단간 차이가 유의하지 않았던 것은(Table 2 참조) 이 두 과제의 난이도가 집단 사이의 반응정확성을 변별할 수 있을 만큼 충분하게 높지 않았기 때문일 것이다. 또한 뇌졸중 고령운전자의 정확반응률은 고령운전자에 비해 탐색과제와 동적자극 탐지과제 모두에서 모두 유의하게 더 낮았는데, 이러한 결과는 뇌졸중으로 인한 기억과 역동적 표적자극에 대한 추적에서의 어려움을 시사한다. 즉, 탐색과제의 경우 이전에 제시된 표적자극을 기억한 후 다음에 제시되는 화면에서 표적자극의 제시유무를 판단해야 했는데, 뇌졸중 고령운전자의 경우 이 수행에서 고령운전자에 비해 상대적으로 더 저조한 수행을 보였다는 것은 뇌졸중 고령운전자의 표적자극에 대한 추적(tracking) 능력 저하를 반영하는 것으로 해석될 수 있을 것이다. 실제로 동적자극에 대한 민감도는 고령운전자의 운전-관련 수행을 예측하는데 많이 사용되는 측정치일 뿐만 아니라(McKnight & McKnight, 1999), 뇌손상으로 인해 동적자극에 대한 부드럽고 연속적 추종(pursuit) 수행에서의 저하가 발생하고, 이에 따라 동적자극 추적에서의 어려움이 발생할 수 있다는 연구결과(e.g., Kerkhoff, 2000)를 감안하면 운전상황에서 동적자

극에 대한 재인 및 판단은 고령운전자뿐만 아니라 뇌졸중 운전자의 보이는 운전수행의 질을 평가하는데 중요한 요인으로 사용될 수 있을 것이다.

위에서 기술한 본 연구 결과 및 논의들을 종합하면 반응시간이나 반응정확성에 기초하여 연령대 및 뇌졸중 여부에 따른 운전자의 운전수행 차이를 설명하거나 예측하는데 몇 가지 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 본 연구에서 SRT와 SRT에 대한 분석 결과가 여러 측면에서 상이한 패턴을 보였다는 점을 감안하면 운전능력을 평가하기 위해 고안된 다양한 형태의 기초 인지검사에서는 운전자에 따라 차별적으로 보이는 기본적인 반응시간이 고려되어야 할 것으로 보인다. 왜냐하면 연령대 및 뇌졸중 여부에 따른 다양한 인지검사에서의 수행차이가 과제가 갖고 있는 속성(예를 들어, 검사가 측정하고자 하는 정보처리의 요소 및 단계는 무엇인가)에 기인한 것인지, 아니면 단순히 운전자 집단에 따라 다르게 나타나는 일반적 반응시간에서의 차이에 기인한 것인지 확인하는 것은 운전수행 차이와 관련된 운전자의 정보처리 속성에서의 차이를 이해하는데 중요한 지표가 될 수 있기 때문이다.

둘째, 본 연구에서 SE 조건이 달리 주어진 4-선택 과제에서 ORT의 경우에는 세 실험참가자 집단 사이에서, 그리고 SRT의 경우에는 고령운전자와 뇌졸중 운전자 사이에서 유의한 차이가 관찰되었고, 반응정확성의 경우에는 SE가 넓은 조건에서 세 집단 사이의 유의한 차이가 관찰되었는데, 이러한 결과는 중년운전자와 고령운전자, 그리고 뇌졸중 고령운전자 사이의 선택 반응시간과 반응정확성을 변별하는데 선택 대안수와 SE 요소가 모두 고려되어야 한다는 것을 시사한다. 예를 들어, 중심시 영역에 자극이 제시되는 2-선택 과제에 대한 SRT와 반응정확성은 실험참가자 집단에 따라 차이가 없었던 반면 선택해야 할 자극들이 UFOV 범위 안에 제시된 4-선택 과제 조건에서는 실험참가자 집단에 따라 차이가 관찰된다는 점을 감안하면 두 가지 선택대안 중 하나를 선택하는 비교적 단순한 과제보다는 선택 대안수를 좀 더 많게 하여

어느 정도의 난이도를 확보하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 특히 4-선택 과제에서 SE가 큰 조건의 경우는 모든 종속치(ORT, SRT 및 반응정확성)에서 고령운전자와 뇌졸중 고령운전자 사이에 유의한 차이가 관찰되었는데, 이것은 뇌졸중 여부에 따른 고령운전자의 선택 반응시간과 반응정확성 평가에 UFOV가 민감한 변인이 될 수 있음을 시사한다.

셋째, 탐색과제는 본 연구에 포함된 6개의 과제 중 유일하게 표적자극에 대한 기억을 요구하는 과제로서 실험참가자들은 표적자극을 일시적으로 파지한 후 이후에 제시되는 네 개의 자극 중에서 표적자극의 제시여부를 판단한다. 본 연구 결과를 살펴보면 탐색 반응시간의 측면에서는 중년과 고령 및 뇌졸중 고령 운전자들 사이에서, 그리고 반응정확성 측면에서 보면 세 실험참가자 집단별 비교에서 유의한 차이가 있었는데, 이러한 결과는 과제에서 기억을 요구하는 속성은 중년운전자와 고령운전자 사이의 수행 능력 차이를 변별하는데 효과적일 수 있다는 것을 시사한다. 실제로 Choi, Shin 및 Lee(2009)는 운전 장면에 대한 작업기억-기반 재인과제 수행을 대학생, 고령 및 경도인지장애 고령운전자를 대상으로 비교한 결과 운전장면을 본 직후의 재인검사에서도 경도인지장애 고령운전자, 고령운전자, 그리고 대학생 운전자 순으로 유의하게 저조하다는 것을 발견하기도 하였다.

본 연구는 운전수행의 질을 결정하는데 가장 기본적인 수행 속성 중 하나인 반응시간과 반응정확성을 다양한 실험심리학적 과제들을 사용하여 연령대와 뇌졸중 여부에 따라 구분되는 실험참가자 집단별로 비교함으로써 연령대와 뇌졸중 여부에 따른 반응시간과 반응정확성에서의 차이가 수행 과제의 어떠한 측면에서 상대적으로 더 많이 부각되고 변별될 수 있는지 살펴보았다는 점에서 의의가 있다. 특히 뇌졸중을 경험하기 이전에 활발한 운전자였고, 재활 치료 이후 운전을 계속하고자 하는 의지가 분명한 운전자들을 대상으로 운전과 관련된 기초적 반응시간과 반응정확성을 분석함으로써 이러한 운전자 집단에 대한 운전수행 능력에 대한 평가와 재활훈련 등에 몇 가지 시사

점을 얻을 수 있었다.

그러나 본 연구에서 밝혀진 결과는 실험실 환경에서 얻어진 결과들이기 때문에 이러한 결과가 좀 더 타당화되기 위해서는 이들의 실제 운전수행을 비교할 수 있는 추가적 자료가 함께 고려되어야 할 것이다. 예를 들어, 본 연구와 유사한 관점에서 수행된 Lundberg 등(2003)의 연구에서는 뇌손상 운전자들을 대상으로(이 연구에서 뇌손상 운전자들의 연령은 25-65세의 범위를 갖고 있었는데, 이것은 본 연구가 뇌졸중 운전자 집단을 65세 이상의 고령운전자로 제한하였다는 점에서 대비된다) 기초적인 실험심리학적 과제들뿐만 아니라 실제 운전 상황에서의 운전수행 점수를 동시에 고려하여 실험심리학적 과제들이 실제 운전수행에서의 합격여부를 결정하는데 타당한 지표가 될 수 있음을 밝혔다. 따라서 추후 연구에서는 실험실에서 측정할 수 있는 기본적 정보처리 수행 측정치와 실제 운전수행 측정치를 모두 고려하여 운전자의 연령대와 뇌졸중 여부에 따른 운전수행에서의 차이를 비교/예측할 수 있어야 할 것이다.

또한 본 연구에서는 운전자들의 반응시간 과제 수행을 집단별로 구분하여 비교하였으나 특정 연령대 집단 안에서 연령 증가에 따라 이러한 과제에서의 수행에 어떠한 변화가 관찰되는지 살펴보는 것도 흥미있는 분석이 될 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 특히 주목되는 운전자 집단은 65세 이상의 고령운전자 집단과 뇌졸중을 경험한 고령운전자 집단이 될 수 있다. 대부분의 연구에서 고령운전자 집단은 65세 이상을 기준으로 하지만 다른 연구들에서는 70세 이상의 운전자들을 고령운전자 집단으로 정의하여 연구가 수행되기도 한다(e. g., Ryan, Legge, & Rosman, 1998). 이것은 65세 이상의 고령운전자들이라 하여도 신체적/인지적 능력에서 개인차가 클 뿐만 아니라 이러한 능력에서의 개인차가 운전수행의 질(예를 들어 사고 가능성)을 결정짓는 중요한 요인이 될 수 있기 때문이다(Eby, Molnar, Shope, Vivoda, & Fordyce, 2003).

실제로 Eby 등(2003)은 고령운전자 집단을 65-74세

와 75세 이상의 연령을 기준으로 두 집단으로 구분한 후 이들의 주관적 인지역량 평가 점수와 실제 운전수행 측면에서 이 두 집단 사이의 차이를 비교한 한 결과, 75세 이상의 고령운전자 집단은 65-74세 고령운전자 집단에 비해 주관적 인지역량 평가 점수와 실제 운전수행 점수가 모두 낮다는 것을 관찰하였다. 이러한 결과는 65세 이상의 운전자들을 고령운전자 집단으로 포함시키는 것은 이들의 개인차를 고려하지 않은 절차가 될 수 있다는 것을 시사한다.

본 연구에 참여한 65세 이상의 운전자들의 연령 분포는 65세에서 85세까지 다양하였던 반면 표본의 수가 그렇게 크지 않았기 때문에 Eby 등(2003)이 사용한 방법과 같이 고령운전자 집단을 구분하는 대신 고령운전자 집단과 뇌졸중 고령운전자 집단별로 연령과 반응시간 과제 수행 사이의 관련성을 상관분석을 통해 살펴보았다. 그 결과, 반응시간과 반응정확률 모두에서 연령과 수행 사이의 상관이 대부분 유의하지 않았다(다만, 고령운전자 집단에서 연령과 $SE = 10^\circ$ 조건 사이의 유의한 상관이 유일하게 관찰되었다, $r = .42, p < .05$). 고령운전자 집단과 뇌졸중 고령운전자 집단에서 연령과 반응시간과제 수행 사이에 유의한 관련성이 관찰되지 않은 것은 아마도 두 집단 모두에서 표본의 수가 매우 적었기 때문일 것이다. 특히 뇌졸중 고령운전자 집단의 경우는 연령보다는 오히려 뇌손상의 정도가 반응시간 과제에서의 수행과 더 관련될 것으로 추정하는 것이 더 타당할 것이다. 그럼에도 불구하고 65세 이상 운전자가 보이는 개인차, 운전가능 여부에 대한 진단과 평가, 그리고 운전재활 훈련의 측면들을 고려하면 추후 연구에서는 좀 더 큰 표본을 대상으로 자료를 수집한 후 연령과 반응시간 과제 사이의 관련성을 살펴보는 것은 실제적 관점에서 큰 의미가 있을 것이다.

REFERENCES

- Ball, K. K., Beard, B. L., Roenker, D. L., Miller, R. L., & Griggs, D. S. (1988). Age and visual search:

- Expanding the useful field of view. *Journal of the Optical Society of America*, 5(12), 2210-2219.
- Ball, K. & Owsley, C. (1993). The useful field of view test: a new technique for evaluating age-related declines in visual function. *Journal of the American Optometric Association*, 64(1), 71-79.
- Blane, A., Lee, H. C., Lee, M., Parsons, R., & Falkmer, T. (2016). The cognitive and socio-demographic influences on driving performance and driving cessation in post-stroke drivers. *Advances in Transportation Studies*, 38, DOI:10.4399/978885489209506
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1993). Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 34(11), 3110-3123.
- Bleecker, M. L., Bolla Wilson, K., Agnew, J., & Meyers, D. A. (1987). Simple visual reaction time: sex and age differences. *Developmental Neuropsychology*, 3(2), 165-172.
- Botwinick, J. & Thompson, L. W. (1966). Components of reaction time in relation to age and sex. *The Journal of genetic psychology*, 108(2), 175-183.
- Chattha, H. K. (2010). *The Influence of Physical Activity on Driving Performance and Cognitive Functioning in Older Adults: A Randomized Controlled Trial*. Ann Arbor: Lakehead University, Canada.
- Choi, S., Shun, H. J., & Lee, J. (2009). Effects of aging and mild cognitive impairment on working and recognition memory: implication on driving(노화와 정도 인지기능장애가 작업기억과 재인지역에 미치는 효과). *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 21(4), 355-375.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1664-1668.
- Eby, D. W., Molnar, L. J., Shope, J. T., Vivoda, J. M., & Fordyce, T. A. (2003). Improving older driver knowledge and self-awareness through self-assessment: The driving decisions workbook. *Journal of Safety Research*, 34(4), 371-381.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Gresset, J. A. & Meyer, F. M. (1994). Risk of accidents among elderly car drivers with visual acuity equal to 6/12 or 6/15 and lack of binocular vision. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14(1), 33-37.
- Hakamies-Blomqvist, L. (1994). Compensation in older drivers as reflected in their fatal accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 26(1), 107-112.
- Hakamies-Blomqvist, L., Sirén, A., & Davidse, R. (2004). *Older drivers: A review*. Swedish National Road and Transport Research Institute, Sweden.
- Joo, M. & Lee, J. (2014). The relationship between older drivers' BIS/BAS and life satisfaction: mediating Effects of Mobility and Affectivity(고령 운전자의 접근/회피동기와 삶의 만족 사이의 관계: 이동성과 정서성의 매개효과). *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, 17(4), 29-40.
- Kawasaki, A., Crippa, S., Anderson, S., & Kardon, R. H. (2005). The pupil response to large regional stimuli in patients with focal visual field loss. *Neuro-Ophthalmology*, 29(4), 143-147.
- Kerkhoff, G. (2000). Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 68(6), 691-706.
- Kim, Y. G. & Lee, J. (2014). The effect on disability of cognition and visual perception for driving situation comprehension. *Journal of Rehabilitation Research*, 18(6), 267-288.
- Lee, J. (2015). The relationship between older driver's subjective driving capability evaluation and driving mobility: A moderating effect of motivational characteristics(고령운전자의 주관적 운전역량 평가와

- 운전이동량 사이의 관계: 접근/회피동기의 조절효과). *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 17(3), 1513-1530.
- Lee, J., Choi, H., & Lee, S. (2013). Driving state of the stroke patients after cognitive perceptual assessment for driving evaluation at the national rehabilitation center(국립재활원에서 운전인지평가를 받은 뇌졸중 환자의 운전 실태조사). *Journal of Korean Academy Rehabilitation Medicine*, 7(2), 117-124.
- Lee, J.-M. (2001). *Cognitive Psychology: History of Formation, Conceptual Foundations, and Perspectives*, Seoul: Academy Network.
- Lundberg, C., Caneman, G., Samuelsson, S. M., Hakamies-Blomqvist, L., & Almkvist, O. (2003). The assessment of fitness to drive after a stroke: the Nordic Stroke Driver Screening Assessment. *Scandinavian journal of psychology*, 44(1), 23-30.
- Makishita, H. & Matsunaga, K. (2008). Differences of drivers' reaction times according to age and mental workload. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 567-575.
- Marmeleira, J., Ferreira, I., Melo, F., & Godinho, M. (2012). Associations of physical activity with driving-related cognitive abilities in older drivers: an exploratory study. *Perception and Motor Skills*, 115(2), 521-533.
- Marottoli, R. A., Richardson, E. D., Stowe, M. H., Miller, E. G., Brass, L. M., Cooney Jr., L. M., et al. (1998). Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *Journal of the American Geriatric Society*, 46(5), 562-568.
- Mazer, B. L., Sofer, S., Korner-Bitensky, N., & Gelinas, I. (2001). Use of the UFOV to evaluate and retrain visual attention skills in clients with stroke: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(5), 552-557.
- McKnight, A. J. & McKnight, A. S. (1999). Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. *Accident Analysis & Prevention*, 31(5), 445-454.
- Morgan, R. & King, D. (1995). The older driver-a review. *Postgraduate Medical Journal*, 71(839), 525-528.
- Moskowitz, H. & Robinson, C. D. (1988). *Effects of low doses of alcohol on driving-related skills: A review of the evidence* (No. HS-807 280).
- Nouri, F. M. & Lincoln, N. B. (1993). Predicting driving performance after stroke. *British Medical Journal*, 307(6902), 482-483.
- Park, M.-O. (2013). The relationship between basic perceptual-cognitive function and driving: driving aptitude after brain injury(뇌병변 장애인의 기초 인지 지각과 운전적성능력의 관련성). *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 21(1), 71-79.
- Philip, P., Taillard, J., Quera-Salva, M. A., Bioulac, B., & Åkerstedt, T. (1999). Simple reaction time, duration of driving and sleep deprivation in young versus old automobile drivers. *Journal of Sleep Research*, 8(1), 9-14.
- Rogers, W. C. & Knipling, R. R. (2007). Commercial driver human factors. *Transportation Research Circular E-C117*, 92-112.
- Roth, D. L., Goode, K. T., Clay, O. J., & Ball, K. K. (2003). Association of physical activity and visual attention in older adults. *Journal of Aging and Health*, 15(3), 534-547.
- Rumar, K. (1986). Age and road user behaviour. In 4th *Nordic Congress of Traffic Medicine*, Helsingfors, Finland.
- Ryan, G. A., Legge, M., & Rosman, D. (1998). Age related changes in drivers' crash risk and crash type. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 379-387.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donders' method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Triggs, T. & Harris, W. G. (1982). *Reaction Time of Drivers to Road Stimuli. Human Factors Report HFR-12*. Monash University, Australia.
- Welford, A. T. (1984). Between bodily changes and

performance: some possible reasons for slowing with age. *Experimental Aging Research*, 10(2), 73-88.

Wickens, D. (1992). *Engineering Psychology and Human Performance*, New York: Harper-Collins.

원고접수: 2016.09.29

수정접수: 2016.11.24

게재확정: 2016.12.02