

한국형 뇌졸중 운전자 적격성 검사(K-SDSA)의 타당화 연구

박명옥^{***}, 김초복^{**}, 신화경^{***}, 손준우^{*}

^{*}DGIST(Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology)

^{**}경북대학교 심리학과

^{***}대구가톨릭대학교 물리치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 운전에 필요한 인지기능의 저하를 판별하기 위해 영국에서 개발된 뇌졸중 운전자 적격성 검사(Stroke Drivers` Screening Assessment, SDSA)를 우리나라의 뇌졸중 운전자들의 운전적격성을 판단하기 위한 인지기능 평가도구로 사용하는 것이 타당한지를 확인하기 위해 수행되었다.

연구방법 : 영국의 SDSA 원판을 한국의 교통 환경에 적합하도록 한국판 SDSA(K-SDSA)로 수정하여 정상 고령운전자를 대상으로 검사를 시행하여 영국의 정상 고령운전자와 비교하였다. 이후 실제 뇌졸중 운전자들을 대상으로 K-SDSA를 시행하여 이들을 적격 및 부적격 집단으로 판별한 후, 자동차 시뮬레이터를 이용하여 두 집단 간 운전수행 능력을 비교하였다.

결과 : 한국과 영국의 정상 고령운전자의 판별점수는 집단간 유의한 차이가 없었으며, 뇌졸중 운전자를 대상으로 한 자동차 시뮬레이터 수행에서는 도심, 국도 및 고속도로 구간의 다양한 운전상황에서 K-SDSA 부적격 판단집단이 적격집단보다 운전수행 능력이 낮은 것을 확인할 수 있었다.

결론 : K-SDSA가 비교적 간단한 절차를 통해 한국 뇌졸중 운전자들의 운전수행 능력을 예측할 수 있는 평가도구로서 타당함을 확인하였다. 본 연구는 뇌졸중 환자들이 운전을 재개하기 전에 K-SDSA 평가도구를 이용하여 운전수행에 필수적인 인지기능을 보유하고 있는지를 평가하는 것이 중요하며, 이를 통해 그들의 안전운전을 예측할 수 있음을 시사한다.

주제어 : 뇌졸중, 운전자 적격성, 인지평가, 타당화, SDSA

I. 서론

운전은 일상생활뿐만 아니라 독립적인 사회적 참여 및 활동을 위한 중요한 수단이 될 수 있다. 그러나 뇌졸중 운전자들은 운동능력이나 인지능력 혹은 시지각 능력에 있어 기능적 손상과 뇌졸중 후유 장애로 인해, 뇌졸중 이전에 운전이 가능했던 운전자들이라 할지라도 발병 이후에는 이전과 같은 안전한 운전을 하는데 제약이 따를 수 있다(Mazer, Korner-Bitensky, & Sofer, 1998). 이는 뇌졸중 운전자 자신의 안전뿐만 아니라 그로 인한 타인의 안전에도 심각한 영향을

줄 수 있음을 의미하기 때문에 매우 중요한 사회적 문제이다.

해외 선행 연구에 따르면, 뇌졸중 운전자들의 발병 후 운전 재개율이 상당히 높음을 알 수 있다. 2008년에 보고된 영국의 뇌졸중 운전자에 관한 보고서에서 전체 응답자 139명 중, 발병 이후 운전을 재개한 비율이 71%에 달했다(Horgan, Hickey, McGee, & O'Neill, 2008). 또한, 미국 뇌졸중 운전자들의 발병 후 운전 실태를 조사한 Fisk 등(Fisk, Owsley, & Mennemeier, 2002)의 연구에 따르면, 운전이 가능했던 운전자 290명 중에서 뇌졸중 발병 이후 3개월에서 6년 사이에 30%인 87명이 다시 운전을 시작하였으나, 이들 중에서 오직 10명(11.5%)만이 도로주행 평가를 받았다고 보고하였다. 다른 선행 연구에서는 뇌졸중 발병 후 1년이 경과한 운전자의 42%가 다시 운전을 하고 있었으며, 이들 중 87%는 운전능력에 대한 평가를 받지 않고 운전을 다시 시작하였다고 응답하였다(Legh-Smith, Wade, & Hewer, 1986).

이러한 문제점에 대한 해결을 목적으로 뇌졸중 운전자들의 인지기능을 측정할 필요성이 제기되었다. 기존의 검사들 중, 뇌졸중 운전자들에게 적용할 수 있는 가용 시각장 검사(Useful Field of View, UFOV), 웨슬러 기억검사(Wechsler Memory Scale)의 소검사들 중 시각 재생(visual reproduction) 그리고 간이정신상태검사(Mini Mental State Examination, MMSE) 등 몇몇 인지기능 검사 도구들은 자동차 운전능력과 어느 정도의 관련성을 보이고 있으나, 이러한 검사 도구들이 뇌졸중 운전자들의 운전능력을 평가하기 위한 목적으로 만들어진 것이 아니기 때문에 이들의 운전능력을 예측할 수 있는 검사 도구로서의 특이도(specificity)와 민감도(sensitivity)는 그리 만족스럽지 못한 것으로 나타났다(Bedard, Weaver, Dārzin, & Porter, 2008). 이러한 이유로 뇌졸중 운전자들의 운전능력 예측을 목적으로 인지기능 평가도구가 개발되었고 이것이 뇌졸중 운전자 적격성 검사(Stroke Drivers` Screening Assessment)이다.

Stroke Drivers` Screening Assessment(SDSA)는 영국 노팅햄 대학에서 뇌졸중 발병 이후 운전수행에 관한 연구 프로그램의 일환으로 개발되었다(Nouri & Lincoln, 1992; Nouri, Tinson, & Lincoln, 1987). 연구자들은 SDSA가 뇌졸중 운전자의 운전수행 능력을 81% 수준으로 정확하게 예측할 수 있다고 보고하였으며, 세부 과제들의 검사-재검사 신뢰도도 매우 높은 것으로 나타났다(George & Crotty, 2010; Nouri & Lincoln, 1993). 영국 SDSA를 이용하여 두 차례 실시한 노르웨이 실험에서는 운전 적격성 여부를 각각 62%와 78%의 양호한 예측 정확도를 나타냈고(Devos, et al., 2011; Lundberg, Caneman, Samuelsson, Hakamies-Blomqvist, & Almkvist, 2003; Sander, Quaiser-Pohl, & Stigler, 2010; Selander, Johansson, Lundberg, & Falkmer, 2010), 미국 SDSA의 연구에서는 자동차 시뮬레이터 수행 결과를 바탕으로 매우 높은 정확성(100%)을 나타내는 것을 확인하였다(Akinwuntan, et al., 2011).

또한, SDSA 검사 도구를 이용한 국외 선행연구에서 운전이 필요한 다른 인지 검사 도구들과의 비교를 통해 이 도구의 타당도를 확인하였다. 구체적으로, Radford와 Lincoln(2004)의 SDSA 타당도 연구에서 SDSA를 재인기억검사(Recognition Memory Test), 스트룹 신경심리 검사 Stroop Neuropsychological Screening Test), 선추적 검사(Trail Making Test), 인지적 추정검사(Cognitive Estimation Test), 교통상황에 대한 언어묘사(Verbal Descriptions of Road Situations), 시공간 지각검사(Visual Object and Space Perception Battery, VOSP)의 결과와 비교하여 SDSA가 내용타당도 및 수렴타당도를 확보하고 있음을 보고하였다.

한편, 우리나라의 경우에는 뇌졸중 운전자들이 발병 후 운전을 재개했는지의 여부에 대해서 조사한 자료조차 찾기 힘들뿐만 아니라, 뇌졸중 발병 이후에 운전을 다시 시작한 사람들의 운전 수행 능력을 평가하거나 그들의 안전운전 가능성을 진단할 수 있는 제도적 장치가 전혀 마련되어 있지 않다. 뇌졸중 병력이 있는 운전자들의 안전 운전에 있어 가장 중요한 부분은 운전에서 필요한 신체적 능력뿐만 아니라 안전 운전을 위해 필수적인 인지기능이라고 할 수 있다. 즉, 운전에서 요구되는 다양한 인지능력에서의 오류가 교통사고의 90~95%의 원인을 제공한다(Schatz & Hillary, 2009). 하지만 면허시험이나 적성검사에서 운전에서 필요한 다양한 인지기능을 평가할 수 있는 간편한 도구가 개발되지 못하여, 면허시험에서 적용하거나 이에 관한 법적 규정도 마련되어 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 인지능력에 손상이 발생했을 가능성이 있는 뇌졸중 운전자들의 운전에서 필요한 인지능력을 측정하여 이들의 운전수행능력을 판별하는 도구를 개발하고자 하였다. 이를 위해, 먼저 뇌졸중 운전자들의 운전에서 필수적인 인지능력을 평가하여 그들의 운전능력을 예측하도록 영국에서 개발된 뇌졸중 운전자 적격성 검사(Stroke Drivers` Screening Assessment, SDSA)를 이용하여 한국 교통 환경에 적합하도록 수정하고, 이를 건강한 고령운전자들을 대상으로 평가하여 영국과 한국의 건강한 고령운전자 집단 간에 차이가 없는가를 확인하였다. 이후 실제 뇌졸중 운전자들에게 한국형 SDSA(K-SDSA)를 실시하여 그들의 운전적격성 여부를 판별하고, 자동차 시뮬레이터를 이용하여 그들의 운전수행 능력을 정량적으로 평가함으로써 K-SDSA가 뇌졸중 운전자들의 운전수행 능력을 예측하는 도구로서 타당한지를 확인하였다.

이를 위해, 영국의 검사 도구를 한국에서 적용하기 위해서는 한국 고령운전자들의 평가 결과가 영국 고령운전자들의 결과와 다르지 않아야 한다. 이는 영국 도구에서 사용하는 운전적격성 여부를 구별하기 위한 판별식을 동일하게 적용할 수 있는가를 위해 필요하다. 또한 실제로 분류된 운전 적격 집단과 부적격 집단간 운전수행에서 차이가 나타나야 한다. 즉 예언 타당도를 확인해야 한다. 이를 위한 K-SDSA 시행에 앞서, 영국과 한국의 교통 환경 및 문화의 차이를 K-SDSA 도구에 반영하기 위해 영국판 SDSA(UK-SDSA) 도구를 한국형으로 수정한 후 연구를 수행하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

참가자들은 대구 및 경북 지역에 거주하는 60세 이상의 건강한 고령운전자 15명(여성 1명)으로 구성되었다. 이들 중 고령운전자 3명은 두 번째 및 세 번째 세부 과제를 중단하여 분석에서 제외하였다. 참가자들은 운전면허증을 소지하고 있으며, 최소 3년 이상의 운전경력을 보유하고 있었다.

Table 1. General characteristics of the participants

		Mean	SD	minimum	maximum
UK Older (n=27)	Age(yrs)	68.9	6.00	61	82
	Age(yrs)	66.1	5.16	60	81
Kr Older (n=12)	Driving experience(yrs)	30.3	7.78	20	45
	K-MMSE(score)	28.5	1.17	26	30
	Age(yrs)	48.8	9.93	27	64
Stroke (n=21)	Driving experience(yrs)	17.4	9.76	3	40
	K-MMSE(score)	28.4	1.93	24	30

Note. UK older drivers' data were driven from the UK-SDSA manual(2012).

UK, United Kingdom; Kr, Korean

또한, 최근 주 2회 이상 운전을 하고 있으며, 신체적 및 정신적 건강에 문제가 없다고 보고하였다. 모든 참가자들에게 한국형 간이정신상태 판별검사(K-MMSE)를 실시하여 24점 이상의 점수를 받은 참가자들만을 포함하였다(Table 1).

특히, 고령운전자의 경우, 영국 표본과 동일한 연령대를 표집하기 위해 최대한 이에 근접한 표본을 구성하고자 하여 한국 고령운전자의 평균연령은 66.1세로 영국 고령운전자 평균 68.9세(61~82세)와 비교하여 수치상 약 2.8세가량 젊은 집단으로 구성되었으나 통계적인 차이는 나타나지 않았다 [$t(11) = -1.891, p = .085$].

뇌졸중 운전자집단은 대구 소재의 뇌졸중 전문 재활병원인 K병원에 입원 및 통원치료를 받고 있는 병원으로부터 일상생활이 가능하다고 판별을 받은 경증 뇌졸중 운전자들로 대상으로 총 21명을 모집하였다. MVPT(Motor-free Visual Perception Test) 검사를 통해 시각 편측 무시를 포함한 시지각 능력에 장애가 없다고 판별되고, 관절의 구축이나 관절 가동범위의 제한과 같은 근골격계 질환이 없었으며, 환측 팔의 수의적 움직임(voluntary movement)이 가능하고 손가락으로 물건을 잡을 수 있는 정도의 운동 조절이 가능한 Brunnstrom 회복단계가 4단계 이상인 운전자를 대상으로 하였다. 이 운전자들 중 유병기간이 6개월이 지난 만성 뇌졸중 운전자로서 K-MMSE의 점수가 30점 만점에 24점 이상인 운전자들이 참여하였다(Table 1).

뇌졸중 운전자의 평균연령은 48.8세(SD=9.93)로 20대에서 60대까지 분포하였다. 모든 뇌졸중 운전자들은 뇌졸중이 발병하기 전에 평균 3년 이상의 운전 경험이 있는 사람들로 구성하였으며, 평균 운전 경력은 17.4년(SD=9.76)이었다. 모든 참가자들은 이전에 모의 주행 실험에 참가한 경험이 없었다.

2. 연구 도구

1) 한국형 간이정신상태검사 (Korean version-Mini Mental State Examination;

K-MMSE)

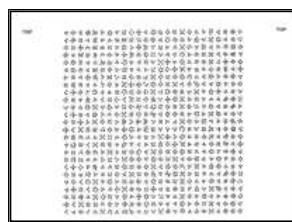
참가자들이 일상생활에서의 인지기능의 이상 여부를 선별하기 위한 도구로, Folstein과 동료들 (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975)에 의해 개발된 Mini Mental State Examination(MMSE)을 강연욱 등(강연욱, 나덕렬, 한승혜, 1997)이 타당화한 한국형 간이정신 상태검사(K-MMSE)를 사용하였다.

2) 한국 뇌졸중 운전자 적격성 검사 (K-SDSA)

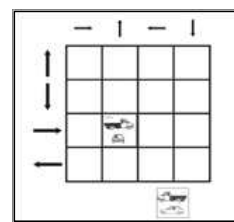
뇌졸중 운전자 적격성 검사(Stroke Drivers` Screening Assessment: SDSA)는 뇌졸중 운전자의 운전 적합성을 측정하기 위한 인지평가 도구로, 영국 Nottingham 대학에서 개발되었다 (Nouri & Lincoln, 1992, 1993). SDSA는 운전과 관련된 주의력과 시각주의를 평가하기 위한 점지우기 과제, 시공간 집행기능을 평가하기 위한 방향 행렬 과제 및 나침반 행렬 과제, 운전상황 추론 능력을 측정하는 교통표지판 재인과제의 총 4 개의 세부 과제들로 구성되어 있으며, 측정 소요 시간은 약 30분가량이다(Figure 1).

① 점지우기(Dot Cancellation)

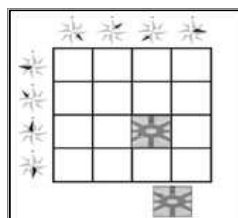
점지우기(Dot Cancellation)는 운전에 필수적인 시각주의 능력과 집중력을 측정하는 과제로, 평가지에는 여러 다른 형태를 가진 점들의 묶음이 행렬의 형태로 나열되어 있다. 평가지에 총 625개의 점 묶음들(25 × 25)이 포함되어 있는데, 각 칸에 포함되어 있는 점 묶음들은 각각 3점, 4점 및 5점 묶음의 3가지 유형으로 구성되어 있다. 참가자는 제한된 시간(15분) 내에 4점 묶음만을 찾아 해당 점 묶음에 ‘X ‘ 표시를 해야 한다. 점지우기 과제의 채점은 과제 수행에 소요된 시간과 4점 묶음이 아닌 3점 또는 5점 묶음을 잘못 표시한 오경보(false positives) 개



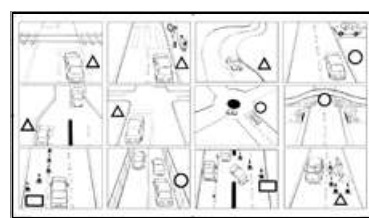
(a)Dot Cancellation



(b)Square Matrices Directions



(c)Square Matrices Compass



(d)Road Sign Recognition

Figure 1. Four sub-tests of Stroke Drivers` Screening Assessment

수를 바탕으로 이루어진다.

② 방향 행렬 과제(Square Matrices Directions)

방향 행렬 과제(Square Matrices Directions)는 운전에 필요한 시공간 집행기능을 측정하는 과제로, 정방 행렬의 네 방향(앞, 뒤 및 좌, 우)의 조합을 정확히 판단하는 능력을 측정하도록 고안되었다. 평가지에는 16개의 정사각형(4×4)으로 이루어진 격자 판이 그려져 있고, 이 격자 판의 좌측과 상단에는 서로 다른 방향의 큰 화살표(격자 판의 좌측면)와 작은 화살표(격자 판의 상단)가 각각 그려져 있다. 참가자들에게는 진행방향이 다른 트럭과 승용차가 각각 한 대씩 그려진 16개의 카드가 주어지는데, 참가자들은 트럭의 진행 방향과 큰 화살표의 지시 방향이 일치하고, 동시에 승용차의 진행 방향과 작은 화살표의 지시 방향이 일치하는 격자 판의 빈 칸에 해당 카드를 놓아야 한다. 이 과제는 최대 5분(300초) 이내에 수행해야만 하며, 방향 행렬 과제의 채점은 승용차와 트럭이 올바른 위치에 있을 경우에 각 1점을 주어, 최대 가능한 점수는 총 32점이 된다.

③ 나침반 행렬 과제(Square Matrices Compass)

나침반 행렬 과제(Square Matrices Compass)는 방향 행렬 과제와 유사한 방식으로 진행되는 데, 정방 행렬의 여덟 방향(동, 서, 남, 북, 남동, 남서, 북동, 북서) 조합의 방향을 정확히 판단하는 능력을 측정하도록 고안된 시공간 집행기능을 측정하는 과제이다.

평가지는 16개의 정사각형(4×4)이 그려진 격자 판으로, 이 격자 판에는 방향 표시 나침반이 좌측과 상단에 각각 네 개씩 총 여덟 개가 그려져 있다. 방향 행렬 과제의 수행 방식과 유사한 방법으로, 참가자들에게 좌측과 상단 나침반의 검은색 선으로 표시된 방향과 두 대의 자동차 진행 방향이 동시에 일치하는 16개의 카드를 일치시켜야 한다.

참가자들은 각 카드에 묘사되어 있는 원형교차로에서 각각 차량 두 대의 진행방향과 나침반의 검은 표시방향을 일치시켜야 한다. 예를 들어, 차량 한대가 북쪽 방향, 즉 12시 방향으로 진행하고, 다른 한대가 남서(좌측 하행) 방향, 즉, 7시 방향으로 진행한다면, 이 두 방향 모두를 포함하는 격자 판 정사각형 해당 칸에 카드를 놓으면 된다. 과제의 최대 수행시간은 5분(300초)이다. 나침반 행렬 과제의 채점은 각각의 놓인 차량에 1점을 부여하여, 최대점수는 32점이 된다.

④ 교통표지판 재인 과제(Road Sign Recognition)

교통표지판 재인 과제(Road Sign Recognition)는 교통상황을 나타내는 교통표지판에 대한 인식과 교통상황에 대한 추론능력을 측정하도록 고안되었다. 이 과제는 12가지의 다른 교통 상황이 그려진 격자 판(4×3)과, 도로 상황과 일치하는 교통표지판 카드 12장, 그리고 일치하지 않은 카드 7장으로 구성되어 있으며, 참가자들은 각 교통 상황에 대해 추론한 후, 주어진 교통표지판 카드들 중 그 상황에서 가장 적절한 카드를 해당 칸에 놓아야 한다. 이 과제 수행 시간은 최대 3분(180초)이다. 교통표지판 재인과제의 점수는 최대 12점으로, 각각의 교통상황에 대한 표지판이 잘 배치되었을 경우 1점을 부여한다.

⑤ 채점과 해석

본 연구의 SDSA 평가방법은 영국에서 도출한 평가 알고리즘을 동일한 조건으로 비교 분석하기 위하여 동일한 적격 판별식과 부적격 판별식을 사용하였다(Akinwuntan, et al., 2011; Lincoln, Radford, Nouri, 2004).

적격 판별식(Pass Equation):

$$(Dt \times 0.012) + (Df \times 0.216) + (Ss \times 0.409) + (Rs \times 1.168) - 13.79$$

부적격 판별식(Fail Equation):

$$(Dt \times 0.017) + (Df \times 0.035) + (Ss \times 0.185) + (Rs \times 0.813) - 10.042$$

주) Dt: 점지우기 과제(Dot Cancellation)의 시간(초), Df: 점지우기 과제(Dot Cancellation)의 오경보 점수(False Positives Score), Ss: 나침반 행렬 과제(Square Matrices Compass)의 점수(Score), Rs: 교통표지판 재인과제(Road Sign Recognition)의 점수(Score)

위 적격과 부적격의 각 판별식으로부터 두 점수가 도출되었을 때 더 높은 점수가 무엇인가에 따라 개인의 운전능력에 대한 평가가 결정된다. 즉, 참가자의 적격 점수가 부적격 점수보다 높은 경우, 그 참가자는 인지적 측면의 운전적격성에서 ‘적합’에 속하게 되며, 그 반대의 경우에는 ‘부적합’의 집단에 속하게 된다.

3) UK-SDSA의 개정을 통한 K-SDSA 제작

영국과 한국의 교통 및 도로 환경은 상당한 차이가 있으므로 한국의 교통 환경을 반영한 SDSA 도구를 사용하기 위해 UK-SDSA 도구의 원저자와 한국 도로교통공단의 자문을 받아 영국 SDSA 도구를 한국의 실정에 맞도록 수정하였다. 우리나라의 교통표지(交通標誌)는 도로교통법 제2조 16호에 “안전표지”라고 하며, 통상 ‘교통안전표지’라고 부른다(도로교통법 제 2조 16호, 법률 제12917호, 2014.12.30., 일부 개정, 시행 2015.1.29). 이 한국의 교통안전표지 규정을 바탕으로 한국과 영국의 교통 환경의 차이를 반영하여 SDSA 도구를 다음과 같이 수정하였다.

첫째, 도로통행 방향, 즉 운전의 차량 진행 방향과 운전석의 위치가 반대인 점을 고려하여, 방향 행렬 과제(Square Matrix Direction)의 수행 카드에서 운전자의 위치, 승용차의 측면 거울(side mirror)의 위치를 한국의 차량 통행에 맞게 오른쪽에서 왼쪽으로 변경하였고, 나침반 행렬 과제(Square Matrix Compass)와 교통표지판 재인과제(Road Sign Recognition)에서도 차량의 진행방향을 한국의 실정에 맞도록 반대방향으로 제작하였다(Figure 2).

둘째, 각 국가의 노면표시에도 차이점이 있다. 예로, 영국의 도로 정지선은 점선을 사용하는 반면, 한국은 굵은 실선을 사용하며, 한국은 일차선 도로에서는 한 개의 실선으로 된 중앙선을 주로 사용하지만, 영국에서는 두 개의 실선인 중앙선 사용에서도 상이함이 있다. 또한, 교통 도로상황과 교통표지판에서도 차이가 있다. 이러한 점들을 고려하여 교통표지판 재인과제(Road

Sign Recognition)에 포함된 일부 도구를 수정하였다(Figure 2).

3) 자동차 운전 시뮬레이터 및 주행 시나리오 설계

대구경북과학기술원 HumanLAB이 보유한 자동차 시뮬레이터(2006년 제작)를 이용하여 뇌졸중 운전자 집단의 운전수행 능력을 평가하였다. 시뮬레이터의 차체는 Smart 차량(Mercedes-Bentz)이 사용되었으며, 주행 시뮬레이터 소프트웨어는 STISIM Drive™(System Technology)를 사용하였다. 도로와 차량 영상은 스크린 화면(2.5 m x 2.5 m)에 30 Hz 주사율로 1024×768의 해상도에서 제시되었다. 뇌졸중 운전자들의 접근성을 고려하여 이 시뮬레이터는 참가자들을 모집한 K병원에 설치되었다.

운전자가 뇌졸중 운전자임을 감안하여 시뮬레이터에 대한 적응 시간, 실험 시간, 휴식 시간을 적절히 배분하여 주행 시나리오를 설계하였다. 도로의 종류는 직선 구간이 대부분인 고속도로구간, 주변차량 및 건물이 복잡하게 구성된 도심구간, S곡선 등이 많은 지방 국도구간으로 구성하였다. 이러한 주행 시나리오를 이용하여 도로의 특성을 고려한 뇌졸중 운전자의 운전수행 능력을 측정하였다.

주행 시나리오를 실제 운전상황과 가능한 유사하도록 만들기 위하여 주변 차량의 위치, 표지판 등과 같은 주행 중 시각적 요소와 제한 속도 규정, 신호등, 차선 유지, 선행 차량과의 간격 유지 등과 같은 주행에 제한을 주는 요소, 급 차선의 변경과 같은 위험요소 등을 시나리오에 적절히 배치하여 뇌졸중 운전자가 실제 운전을 수행할 때 발생할 수 있는 여러 상황에 대한 대처 능력을 종합적으로 평가할 수 있도록 설계하였다. 도심구간에서의 위험상황에 대한 반응시간(reaction time)은 충돌 예상 시간 2.5초 전에 운전자 앞쪽으로 차량을 갑자기 이동시키고, 그 순간부터 브레이크를 5% 이상 밟을 때까지의 시간으로 설계하였다.

주행 구간은 자동차 시뮬레이터 적응을 위한 연습국도구간(3km)과 운전 능력 평가를 위한 도

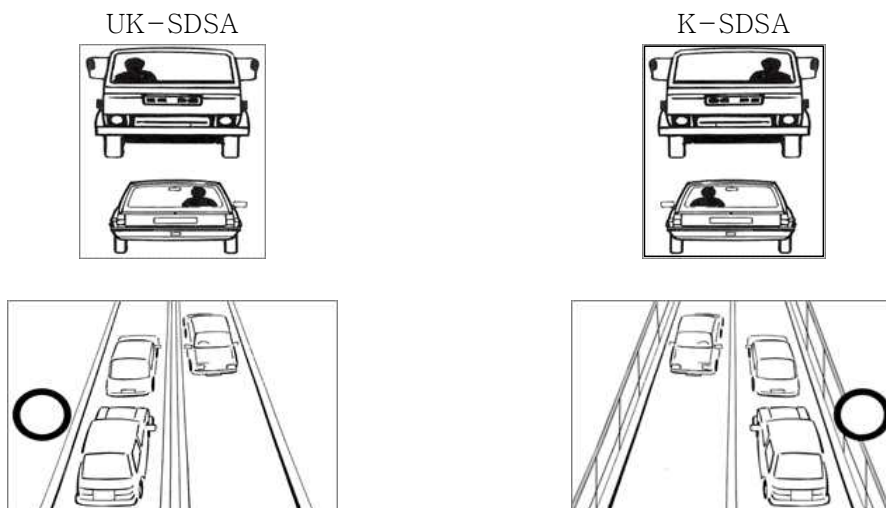


Figure 2. Examples of the changes from the UK-SDSA to K-SDSA in Square Matrix Direction (top) and Road Sign Recognition (bottom)

심구간(3.5km), 국도구간(7km), 그리고 고속도로구간 (10km)의 총 4구간으로 나누었으며, 주행 시간은 운전자의 피로를 고려하여 약 20분가량이 소요되도록 설계하였다.

3. 연구 절차

K-SDSA 시행을 진행하기 전에 모든 참가자들은 일반적인 인구통계학적 질문과 운전경험에 대한 배경 질문들에 대한 설문지에 응답하였다. K-SDSA의 세부 과제들의 순서는 영국 SDSA와 동일하게 점지우기 과제, 방향 행렬 과제, 나침반 행렬 과제, 교통표지판 재인과제의 순으로 실시하였다. 뇌졸중 환자들의 경우, 이후 자동차 시뮬레이터의 적응을 위하여 국도연습구간을 시험운행하였고 5분 정도의 휴식시간을 갖도록 한 후 본 실험을 실시하였다. 본 실험은 고속도로구간, 도심구간, 그리고 국도구간의 순서로 실시하였으며 주행이 완료된 후 모든 참가자들은 사후 설문지를 통해 시뮬레이터 실험 중 경험하였던 불편함에 대해 답변하였는데, 특별한 불편함을 보고한 참가자는 없었다.

4. 분석 방법

수집된 K-SDSA의 각 세부 과제들에 대한 채점 결과를 바탕으로 영국의 SDSA에서 제시한 두 개의 판별식을 사용하여 개인별 적격(pass) 및 부적격(fail) 판별점수를 계산하였다. 그 후, 각 개인별로 적격 점수에서 부적격 점수를 뺀 최종 판별점수를 산출하였다. 이후, 영국과 한국간 고령운전자의 점수를 비교하기 위하여 한국 고령운전자의 적격점수 및 부적격 점수, 최종 판별점수를 영국의 점수들과의 비교를 위해 단일 표본 t-검증을 수행하였다.

K-SDSA 판별 방정식을 통해 적격과 부적격으로 판별 된 두 집단의 뇌졸중 운전자들 간에 자동차 시뮬레이터를 이용한 운전수행 능력의 차이를 비교하기 위해, 주행 시나리오 상의 도심구간, 국도구간, 고속도로구간에 대해 각각 주행시간(time), 속도(velocity), 속도의 표준편차(SD of velocity), 전방 차량과의 추돌예상시간(time to collision, TTC), 가속페달의 평균 깊이(mean throttle) 등의 정보를 이용하여 뇌졸중 운전자들의 속도 제어능력, 차선유지능력, 반응시간 및 페달 및 휠 조작능력의 결과를 분석하였다. 도심구간에서는 반응시간(reaction time)을 추가 선정하였으며, 고속도로구간에서는 평균 차선위치(mean lane position) 항목을 추가 선정하였다. 각 도로구간에 대한 집단간 차이를 확인하기 위해 다변량 분석을 이용하였고, 이와 더불어 각 측정치에 대한 일원변량분석 결과를 제시하였다. 모든 통계분석을 위해 SPSS statistics 17.0을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 일반 고령자의 K-SDSA 시행 결과

K-SDSA 모든 세부 과제들에 대한 한국 고령운전자들의 수행 결과와 영국 고령운전자들의

Table 2. Descriptive statistics of the SDSA sub-tests for groups

	UK Older (n=27)		Kr Older (n=12)		Stroke Pass (n=9)		Stroke Fail (n=12)		Stroke Total (n=21)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Dot Cancellation										
- Time(sec.)	518.3	152.1	349.3	100.53	446.9	102.4	521.7	97.4	489.6	104.2
- Error(items)	18.9	18.4	21.5	16.96	26.7	22.9	18.4	10.2	22.0	16.9
- False positives(items)	1.2	4.5	0.2	0.58	1.2	2.0	0.6	0.8	0.9	1.4
Square Matrices Directions	28.6	7.7	28.8	5.14	30.7	2.0	25.9	6.0	28.0	5.2
Square Matrices Compass	22.8	8.3	26.6	4.27	24.9	4.3	13.4	6.0	18.3	7.8
Road Sign Recognition	8.2	2.4	6.3	2.15	6.7	2.4	4.8	2.4	5.6	2.5

Table 3. Comparisons between groups for the SDSA scores

	UK Older (n=27)		Kr Older(n=12)		<i>t</i>
	Mean	SD	Mean	SD	
Pass	11.59		8.71	2.91	3.431*
Fail	9.69		5.97	1.80	7.151***
Pass-Fail	1.90		2.74	1.62	-1.791

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

자료를 Table 2에 제시하였다.

먼저, 영국 고령운전자 집단의 판별 결과를 기준으로 한국의 고령운전자들의 판별점수를 분석한 결과, 적격 점수($t(11)=3.431$, $p<.01$)와 부적격 점수($t(11)=7.151$, $p<.001$) 모두에서 한국의 고령운전자 집단이 통계적으로 유의미하게 낮은 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 적격 점수에서 부적격 점수의 차이, 즉 판별점수의 비교에서는 한국과 영국의 고령운전자 집단간의 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 모든 고령운전자 참가자들은 적격의 판별 결과를 나타내었다(판별점수의 최소값 = 0.66).

2. 뇌졸중 운전자들의 K-SDSA 및 운전수행 결과

뇌졸중 운전자들을 대상으로 K-SDSA 검사를 실시하였고, 각 참가자들의 판별 점수를 산출하였다(Table 2, 3). 이 판별 점수를 바탕으로 전체 21명의 참가자들 중 적격 점수가 부적격 점수보다 큰 적격 집단에는 9명(42.9%)이 할당되었고, 그렇지 않은 부적격 집단에는 12명(57.1%)이 할당되었다. 이렇게 구분된 적격 및 부적격 집단의 K-MMSE 결과의 평균은 각각 28.4점과 27.2점으로, 집단간 차이는 관찰되지 않았다.

K-SDSA 검사에서 적격 판별과 부적격 판별을 받은 뇌졸중 운전자 집단을 대상으로 자동차

Table 4. Driving performance in the urban condition (mean(SD))

Variables	Pass group	Fail group	Total
Time(sec.)	251.6(51.63)	355.4(84.67)	310.9(88.20)
Min TTC(sec.)	0.1 (0.04)	1.0 (3.07)	0.6 (2.33)
Mean TTC(sec.)	9.0 (5.05)	36.4(69.31)	24.6(53.34)
Max velocity(km/h)	88.5(14.05)	71.1(15.37)	78.5(16.92)
Mean velocity(km/h)	60.8(10.41)	44.5 (9.32)	51.5(12.65)
Mean throttle(%)	73.4(16.29)	56.3(11.29)	63.6(15.87)
Reaction time for pedal(sec.)	1.2 (0.46)	1.8 (0.52)	1.5 (0.56)

Note. TTC, time to collision

Table 5. ANOVA results for the driving performance in the urban condition

Variables	SS	MS	F(1,19)	p	η^2
Time	55412.592	55412.592	10.509	.004	.356
Min TTC	4.547	4.547	.833	.373	.042
Mean TTC	3848.927	3848.927	1.379	.255	.068
Max velocity	1547.620	1547.620	7.037	.016	.270
Mean velocity	1376.951	1376.951	14.361	.001	.430
Mean throttle	1510.671	1510.671	8.144	.010	.300
Reaction time	1.712	1.712	7.194	.015	.275

시뮬레이터를 이용한 운전수행 능력을 비교하기 위해 세 가지 도로 유형의 구간별 다변량 분석을 실시하였다. 각 도로 구간별 구체적인 분석 결과는 아래와 같이 제시하였다.

1) 도심구간의 운전수행 분석

도심구간에서의 운전수행 결과는 뇌졸중 운전자 집단간 유의미한 차이가 나타났다 (*Wilks' Lambda*=.293, p =.010, η^2 =.707). 이는 적격 집단의 뇌졸중 운전자 참가자들과 부적격 집단의 운전자들 간의 도심구간에서의 운전수행 수준이 차이가 있음을 나타낸다(Table 4, 5).

구체적으로, K-SDSA 판별 결과에 따른 도심구간에서의 운전수행 능력에서 총 주행시간은 적격 집단(251.6 sec)이 부적격 집단(355.4 sec)보다 유의미하게 더 낮게 나타났으며 ($F(1,19)=10.509$, $p<.05$, η^2 =.356), 최대 속도는 적격 집단(88.5 km/h)이 부적격 집단(71.1 km/h)보다 더 빨랐다($F(1,19)=7.037$, $p<.05$, η^2 =.270).

평균 속도도 적격 집단(60.8 km/h)이 부적격 집단(44.5 km/h)보다 더 빠른 것으로 나타났다 ($F(1,19)=14.361$, $p<.001$, η^2 =.430). 또한 적격 집단의 가속페달 평균 깊이가 부적격 집단보다 더 깊었으며($F(1,19)=8.144$, $p<.05$, η^2 =.300), 반응시간도 적격 집단에서 더 빠른 것으로 나타났다($F(1,19)=1.712$, $p<.05$, η^2 =.275). 반면, 최소 전방차량 추돌시간 및 평균 전방차량 추돌시간은 집단간 차이가 유의미하지 않았다.

2) 국도구간의 운전수행 분석

국도구간에서의 뇌졸중 운전자의 집단간 운전수행 결과 또한 유의미한 차이가 있는 것으로 나

Table 6. Driving performance in the rural condition (mean(SD))

Variables	Pass Group	Fail Group	Total
Time(sec.)	324.1(65.87)	474.8(96.64)	410.2(112.75)
Min TTC(sec.)	0.3 (0.15)	4.4 (9.60)	2.6 (7.42)
Mean TTC (sec.)	676.3(96.86)	509.4(240.71)	581.0(206.85)
Max velocity (km/h)	106.5 (7.54)	82.2(18.77)	92.6(19.19)
Mean velocity (km/h)	79.0(14.24)	54.0(10.84)	64.7(17.50)
Mean throttle(%)	100.3(27.19)	66.6(10.08)	81.0(25.39)

Table 7. ANOVA results for the driving performance in the rural condition

Variables	SS	MS	F(1,19)	p	η^2
Time	116819.627	116819.627	16.148	.001	.459
Min TTC	87.073	87.073	1.633	.217	.079
Mean TTC	143292.236	143292.236	3.822	.065	.167
Max velocity	3029.728	3029.728	13.291	.002	.412
Mean velocity	3214.571	3214.571	20.966	.000	.525
Mean throttle	5860.929	5860.929	15.836	.001	.455

타났다(*Wilks` Lambda*=.446, p =.047, η^2 =.554)(Table 6, 7).

구체적으로, 국도구간에서의 운전수행 능력에서 총 주행시간은 적격 집단(324.1 sec)이 부적격 집단(474.8 sec)보다 유의미하게 더 낮았다($F(1,19)=16.148$, $p<.001$, η^2 =.459). 최대 속도는 적격 집단(106.5 km/h)이 부적격 집단(82.2 km/h)보다 더 빨랐으며($F(1,19)=13.291$, $p<.05$, η^2 =.412), 평균 속도도 적격 집단(79.0 km/h)이 부적격 집단(54.0 km/h)보다 더 빠른 것으로 나타났다($F(1,19)=20.966$, $p<.000$, η^2 =.525).

또한 운전수행 시 가속페달을 밟는 평균 깊이에서 적격 집단(100.3%)이 부적격 집단(66.6%)보다 유의미하게 깊은 것으로 나타났다($F(1,19)=15.836$, $p<.001$, η^2 =.455). 반면, 최소 전방차량 추돌시간 및 평균 전방차량 추돌시간은 두 집단간 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

3) 고속도로구간의 운전수행 분석

고속도로구간에서의 운전수행 결과 또한 뇌졸중 운전자 집단간에 유의미한 차이가 나타났다(*Wilks` Lambda* =.328, p =.039, η^2 =.672)(Table 8, 9). 구체적으로, 고속도로구간에서의 K-SDSA 판별 결과에 따른 운전수행 능력에서 총 주행시간은 적격 집단(248.0 sec)이 부적격 집단(311.7 sec)보다 유의미하게 더 짧았다($F(1,19)=5.508$, $p<.05$, η^2 =.225). 평균 속도도 적격 집단(97.6 km/h)이 부적격 집단(81.6 km/h)보다 더 빠른 것으로 나타났다($F(1,19)=12.888$, $p<.05$, η^2 =.404).

또한, 최소 및 평균 전방차량 추돌시간에서는 적격 집단(1.2 sec/42.4 sec)이 부적격 집단(11.3 sec/105.9 sec)보다 더 빠른 것으로 나타났으며 ($F(1,19)=13.326$, $p<.05$, η^2 =.412 / $F(1,19)=13.819$, $p<.05$, η^2 =.421), 가속 페달의 평균 깊이에서도 적격 집단(130.6%)이 부적격 집단(88.9%)보다 높은 것으로 나타났다($F(1,19)=6.145$, $p<.05$, η^2 =.244).

반면, 평균 차선 거리 및 최대 속도와 속도의 표준편차에서는 두 집단 간의 차이가 유의미하

Table 8. Driving performance in the highway condition (mean(SD))

Variables	Pass Group	Fail Group	Total
Mean Lane Position (m)	6.8 (0.49)	7.4 (0.84)	7.1 (0.77)
Time (sec.)	248.0(25.85)	311.7(77.91)	284.4(68.20)
Min TTC (sec.)	1.2 (2.11)	11.3 (8.06)	7.0 (7.99)
Mean TTC (sec.)	42.4(30.14)	105.9(44.01)	78.7(49.68)
Max Velocity (km/h)	109.4 (2.00)	101.2(12.90)	104.7(10.51)
Mean Velocity (km/h)	97.6 (7.74)	81.6(11.55)	88.5(12.78)
SD of Velocity	7.9 (2.93)	12.0 (6.95)	10.2 (5.85)
Mean Throttle(%)	130.6(54.15)	88.9(19.43)	106.8(42.75)

Table 9. ANOVA results for the driving performance in the highway condition

Variables	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F(1,19)</i>	<i>p</i>	<i>η^2</i>
Mean Lane Position	2.032	2.032	3.968	.061	.173
Time	20907.997	20907.997	5.508	.030	.225
Min TTC	526.616	526.616	13.326	.002	.412
Mean TTC	20780.851	20780.851	13.819	.001	.421
Max Velocity	345.595	345.595	3.524	.076	.156
Mean Velocity	1320.368	1320.368	12.888	.002	.404
SD of Velocity	84.715	84.715	2.683	.118	.124
Mean Throttle	8930.357	8930.357	6.145	.023	.244

게 나타나지 않았다.

IV. 고찰

본 연구는 영국의 SDSA 검사 도구를 한국 실정에 맞도록 개정한 K-SDSA가 한국의 뇌졸중 운전자들의 운전적격성을 판단하기 위한 인지검사 도구로서 타당성을 검토하기 위하여 수행되었다. 이를 위해, 먼저 한국의 건강한 고령운전자 집단을 대상으로 K-SDSA를 시행하였다. 참가자들의 K-SDSA 수행 후 관찰된 측정치들을 바탕으로 계산된 판별결과들이 한국과 영국의 고령운전자들 간에 어떠한 차이가 있는가를 비교하였다. 영국과 한국의 고령운전자 집단 간의 판별 점수들을 비교한 결과, 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 이는 영국에서 측정된 운전이 필요한 인지기능의 판별을 한국에서도 K-SDSA를 이용하여 유사하게 평가할 수 있다는 것을 시사한다.

그러나 한국과 영국의 고령운전자들 간의 비교 결과로 K-SDSA를 뇌졸중 운전자들의 운전수행을 예측하는데 타당하게 사용할 수 없으므로, 실제로 뇌졸중 운전자집단을 대상으로 자동차 시뮬레이터를 이용하여 운전수행 능력을 직접 비교 평가함으로써 K-SDSA 적용의 타당성, 즉 예언 타당도를 확인하고자 하였다. 그 결과, 도로 구간별 뇌졸중 운전자들의 적격 및 부적격 두 집단의 비교에서 부적격 집단이 도심, 국도 및 고속도로의 모든 구간에서 자동차 시뮬레이터에서의 운전수행 수준이 더 낮은 것으로 나타났다. 이는 K-SDSA 검사 도구가 도로구간과 관계없이 적격과 부적격의 운전적격성의 변별 도구로 작용함을 의미한다. 이를 운전수행 측정치 별로 살펴보

면, 전체 주행시간과 평균속도, 가속페달 평균 깊이의 경우 모든 도로구간에서 집단간 차이가 관찰되었다. 즉, 이 측정치들은 모두 차량 운행 속도와 관련되는 것으로 부적격 집단이 적격 집단보다 차량 운행 속도가 저하되어 있음을 보여준다. 특히, 평균속도에서는 모든 도로 구간에서 적격 집단보다 부적격 집단이 약 20km/h 내외의 저속 주행이 나타났는데, 이러한 차량 운행의 느린 속도의 정도는 운전 중 인지적 부하가 발생하면 나타나는 교환작용(trade-off)의 정도를 의미한다(Stolwyk, Charlton, Triggs, Iansek, & Bradshaw, 2006). 특히, 주행 중 이중과제를 수행하도록 하여 운전자의 운전수행 및 생리적 신호 변화를 미국과 한국의 두 표본을 바탕으로 비교한 최근 연구에 의하면(Son, et al., 2011), 운전 중 인지적 부하는 두 표본에서 모두 고령 운전자들이 젊은 성인운전자들보다 운전수행(예, 속도와 차선유지 등)의 감소뿐만 아니라, 인지적 부하가 더 높게 경험하였음을 나타내는 생리신호(심박수와 피부전도 등)도 증가하였다. 이러한 관점에서 부적격 집단이 적격 집단보다 운전수행 자체로 인한 더 높은 인지적 부하를 경험한 것으로 해석할 수도 있다.

이를 도로구간 별로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 운전 시 복잡한 환경요인에 의해 비교적 인지부하의 정도가 높은 도심구간에서의 뇌졸중 운전자 집단 간의 운전수행을 살펴보면 주행 속도와 관련된 운전수행 측정치들뿐만 아니라, 페달의 반응시간에서 집단 간 차이가 나타났다. 이는 지각-반응시간(perception-reaction time)에서 부적격 집단의 수행이 낮음을 의미한다. 지각-반응시간은, 운전자가 주행 중 어떤 대상을 지각하고 반응을 나타내는 데 걸리는 시간으로(Olson & Sivak, 1986), 특히 도심구간에서 안전운전을 위한 필수 능력이다. 이와 관련된 연구들에 의하면, 실제 운전 중 측정된 평균 지각-반응시간은 약 1초 내외(0.86~1.19초)로 보고되었다(Caird, Chisholm, Edwards, & Creaser, 2007; Zhang & Bham, 2007; Zhi, Guan, Yang, Zhao, & Lingjie, 2010). 본 연구에서 적격 집단은 평균 1.2초로 이와 유사하였으나 부적격 집단은 1.8초로 적격 집단보다 약 0.6초(66.7%) 정도 더 느린 것으로 나타나, 도심구간에서의 안전운전에 문제가 발생할 수 있는 것으로 해석된다. 이는 운전 중 돌발 상황에서 브레이크를 밟는 속도가 평상시보다 휴대폰으로 문자를 보낼 때 약 20% 정도 증가한다는 연구 결과를 고려할 때(Drews, Yazdani, Godfrey, Cooper, & Strayer, 2009), 부적격 집단의 결과는 실제 운전 시 매우 심각한 결과를 초래할 수 있음을 시사한다.

둘째, 곡선 주행이 많은 외곽 국도구간에서의 집단 간 운전수행 비교 결과는 전체적인 결과와 마찬가지로, 주행시간 및 속도와 가속페달의 평균 깊이에 대하여 차이를 보였다. 반면, 도심구간과 마찬가지로 최소 및 평균 전방차량추돌시간에서는 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 상대적으로 운전 중 방해 자극이 적고 직선구간이 많아서 운전자 고유의 주행 패턴을 알아 볼 수 있는 고속도로구간에서의 운전수행은 전체 결과와 마찬가지로, 주행시간 및 평균속도, 가속페달의 평균 깊이에서 집단 간 차이가 나타났을 뿐만 아니라 특히 최소와 평균 전방 차량과의 추돌 예상시간에서 적격 집단보다 부적격 집단이 긴 것으로 나타났다. 전방차량과의 거리는 추돌사고의 방지뿐만 아니라 사전에 급브레이크나 급핸들 조작을 예방할 수 있고, 안전거리는 갑자기 정지한 앞차와의 사고를 피할 수 있는 거리로서 안전한 운전을 가능하게 하는 척도이다. 전방 차량과의 추돌 예상시간이 길어진다는 것은 해당 차량을 뒤따르는 다른 차량들에게 불필요한, 혹은 예상하지 못한 급정거에 해당하기 때문에 안전운전의 지표로 해석된다

(Minderhoud & Bovy, 2001). 부적격 집단에게서 나타난 지나친 주행속도 저하는 일반운전자들의 교통 흐름에 대한 해석과 상당한 차이가 있을 경우 사고를 유발하는 원인이 되기도 하므로 뇌졸중 운전자의 이러한 특성은 교통사고 측면에서 부정적인 결과를 야기할 수도 있다.

추가적으로, 적격 및 부적격 집단으로 분류된 뇌졸중 운전자 집단간 K-MMSE 점수에서는 차이가 나타나지 않았다. 이는 K-MMSE와 같이 일반적인 인지기능을 평가하기 위한 도구로는 운전 적격 여부를 적절하게 판별하지 못한다는 것을 나타낸다. 즉, K-SDSA는 운전수행에 필요한 인지기능을 측정할 수 있는 검사 도구로 적절함을 시사한다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 제언하는 바는 다음과 같다.

첫째, 현재 뇌졸중 운전자의 인지기능 검사로 가장 보편적으로 사용되는 검사는 K-MMSE이다. K-MMSE는 짧은 시간 내에 일반적 인지적 기능 장애 여부를 선별 할 수 있는 장점이 있지만, 뇌졸중 운전자들의 운전에 관한 인지기능의 특성을 특징적으로 평가하는데 한계가 있다. 그 근거로, 본 연구에 참가한 뇌졸중 운전자들은 MMSE 평가에서 모두 24점 이상으로 일상생활 수행에서의 양호한 인지능력을 보유하고 있었지만 21명 중 K-SDSA 검사결과에서 9명(42.9%)은 적합 판별을 받았으나 12명(57.1%)은 부적합 판별을 받았다. 또한, 자동차 시뮬레이터를 이용한 운전수행 능력을 비교한 결과 모든 도로 구간에서의 두 집단 간 차이를 나타냈다. 이는 MMSE 평가에서는 일상생활에서 수행의 정상임을 나타낼 뿐이며 K-SDSA 도구가 운전에 필요한 인지기능을 판별하여 주는 검사 도구로써 적합함을 확인 할 수 있었다. SDSA는 약 30분 정도의 비교적 짧은 검사시간으로 운전수행에 필요한 특징적 인지능력 판별 분석이 가능한 장점의 검사 도구로서 뇌졸중 운전자의 운전적격성 평가에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 뇌졸중 운전자가 부적격 집단으로 분류된다면 그 운전자는 운전을 하지 않도록 권장되며, 전문병원을 방문하여 인지적인 부분의 정밀한 검사를 받은 후 운전여부를 결정할 것을 권유해야 한다(Lincoln, Radford, & Nouri, 2004). 다시 말하면, K-SDSA 검사 결과를 바탕으로 운전의 적격 여부를 절대적으로 판단하는 것보다는 안전운전을 수행할 수 있는지에 관한 보조적인 결과로 해석하는 것이 타당할 것이다.

셋째, 본 연구의 뇌졸중 운전자 그룹은 지속적인 치료를 받고 있는 경미한 수준의 인지적 장애를 보이는 집단이다. 영국 SDSA 지침서에 의하면 3~4개월 이후 재검사가 가능하므로 추후 연구의 참여자들에 대한 장기적인 관찰 및 추후 검사를 통하여 뇌졸중 운전자들의 인지기능과 운전수행을 지속적으로 살펴본다면 시간에 따라 운전수행이 어떤 방식으로 변화되는지 확인할 수 있을 것이다. 이는 뇌졸중 운전자들을 대상으로 하는 운전수행의 적격성을 평가하는 검사이므로 운전에 관한 인지평가의 주기가 어느 정도가 적절한지에 관한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

넷째, 본 연구를 포함하여 많은 연구들에서 경미한 뇌졸중 운전자를 포함한 인지기능 저하 집단과 정상 노인집단의 사고의 위험을 방지하기 위하여 자동차 시뮬레이터를 통해 운전수행 평가를 수행하고 있지만, 자동차 시뮬레이터 주행은 실차 주행과는 정확히 일치하지 않는다는 기본적인 유용성의 제한점을 수반한다. 따라서 K-SDSA 검사 결과의 적격 및 부적격 여부가 실제도로에서의 운전수행 평가를 통하여 보다 더 정확한 운전적격성을 확인할 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 한국인 뇌졸중 운전자를 대상으로 K-SDSA 검사 도구를 바탕으로 하여 운전수행의 인지적 능력을 평가하고자 한 최초의 시도라는 점에서 의의가 있다. 본 연구결과는 K-SDSA가 비교적 정확하게 뇌졸중 발병 후 운전 능력을 예측할 수 있음을 보여 주었다. 또한, 본 연구는 현재 한국의 운전면허제도에 대한 제한점을 시사하고 있는데, 본 연구의 결과를 바탕으로 향후 인지기능의 저하를 보이는 뇌졸중 운전자뿐만 아니라 다양한 뇌손상 운전자들과 고령자들에 이르기까지 모든 운전자들이 보다 안전하게 운전할 수 있는 제도적 환경을 구축하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 미래창조과학부의 대구경북과학기술원의 기관고유사업(15-IT-02)과 한국연구재단의 기초연구사업(20139079)에 의한 연구 결과임.

References

- 강연옥, 나덕렬, 한승혜 (1997). 치매환자들을 대상으로 한 K-MMSE의 타당도연구. [A Validity Study on the Korean Mini-Mental State Examination (K-MMSE)]. 대한 신경과학회지, 25(2), 1-12.
- 임문희, 박시운, 최은석 (2011). 뇌손상 장애인의 운전능력 평가-Cognitive Perceptual Assessment for Driving (CPAD) 을 이용하여. 대한작업치료학회지, 19(4), 41-50.
- 통계청 (2013). 2013 인구통계. <http://kostat.go.kr/portal>에서 2013. 11. 13 자료 얻음.
- Akinwuntan, A. E., Gantt, D., Gibson, G., Kimmons, K., Ross, V., Rosen, P., & Wachtel, J. (2011). The United States Version of the Stroke Drivers Screening Assessment Battery: A Report of Preliminary Findings. In *Conference Proceedings of the 6th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design* (pp. 241-247).
- Appelros, P. (2005). Characteristics of Mini-Mental State Examination 1 year after stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*, 112(2), 88-92.
- Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12, 12-21.
- Bedard, M., Weaver, B., Därsin, P., & Porter, M. M. (2008). Predicting driving performance in older adults: we are not there yet! *Traffic Injury*

- Prevention, 9*, 336–341.
- Caird, J. K., Chisholm, S., Edwards, C. J., & Creaser, J. I. (2007). The effect of yellow light onset time on older and younger drivers' perception response time (PRT) and intersection behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 10*, 383–396.
- Devos, H., Akinwuntan, A. E., Nieuwboer, A., Truijen, S., Tant, M., & De Weerd, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology, 76*, 747–756.
- Drews, F. A., Yazdani, H., Godfrey, C. N., Cooper, J. M., & Strayer, D. L. (2009). Text messaging during simulated driving. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 51*, 762–770.
- Fisk, G. D., Owsley, C., & Mennemeier, M. (2002). Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 83(4)*, 469–477.
- 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.
- George, S. & Crotty, M. (2010). Establishing criterion validity of the Useful Field of View assessment and Stroke Drivers' Screening Assessment: Comparison to the result of on-road assessment. *American Journal of Occupational Therapy, 64*, 114–122.
- Horgan, F., Hickey, A., McGee, H., & O'Neill, D. (2008). *National audit of stroke care*. In: Irish Heart Foundation.
- Lagh-Smith, J., Wade, D. T., & Hewer, R. L. (1986). Driving after a stroke. *Journal of the Royal Society of Medicine, 79(4)*, 200–203.
- Lincoln, N. B., Radford, K. A., & Nouri, F. M. (2004) *Stroke Drivers Screening Assessment: Revised manual*. Nottingham, England: University of Nottingham.
- 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*, 23–30.
- Mazer, B. L., Korner-Bitensky, N. A., & Sofer, S. (1998). Predicting ability to drive after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 79(7)*, 743–750.
- Minderhoud, M. M. & Bovy, P. H. (2001). Extended time-to-collision measures for road traffic safety assessment. *Accident Analysis and Prevention, 33(1)*, 89–97.
- Nouri, F. M. & Lincoln, N. B. (1992). Validation of a cognitive assessment: Predicting

- driving performance after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 6, 275–281.
- Nouri, F. M. & Lincoln, N. B. (1993). Predicting driving performance after stroke. *Brain Medical Journal*, 307, 482–483.
- Nouri, F. M., Tinson, D. J., & Lincoln, N. B. (1987). Cognitive ability and driving after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 9(3), 110–115.
- Olson, P. L. & Sivak, M. (1986). Perception–response time to unexpected roadway hazards. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 28, 91–96.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17, 299–320.
- Radford, K. A. & Lincoln, N. B. (2004). Concurrent validity of the stroke drivers screening assessment. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 324–328.
- Sander, E., Quaiser–Pohl, C., & Stigler, C. (2010). Factors Influencing the Development of Mental–Rotation Ability The Role of Socio–Cultural Background. *International Journal of Developmental Science*, 4, 18–30.
- Schatz, P. & Hillary, F. G. (2009). Human Factor Considerations in Motor Vehicle Collisions. *Handbook for the Assessment of Driving Capacity*. San Diego, CA: Academic Press (pp. 59–69).
- Selander, H., Johansson, K., Lundberg, C., & Falkmer, T. (2010). The Nordic Stroke Driver Screening Assessment as predictor for the outcome of an on–road test. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 17, 10–17.
- Son, J., Mehler, B., Lee, T., Park, Y., Coughlin, J., & Reimer, B. (2011). Impact of cognitive workload on physiological arousal and performance in younger and older drivers. In *Proceedings of the Sixth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design*, Lake Tahoe, CA (pp. 87–94).
- Stolwyk, R. J., Charlton, J. L., Triggs, T. J., Iansek, R., & Bradshaw, J. L. (2006). Neuropsychological function and driving ability in people with Parkinson's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 898–913.
- Verhaeghen, P. & Cerella, J. (2002). Aging, executive control, and attention: a review of meta–analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 849–857.
- Zhang, X. & Bham, G. H. (2007). Estimation of driver reaction time from detailed vehicle trajectory data. *Modelling and Simulation*, 7, 574–579.
- Zhi, X., Guan, H., Yang, X., Zhao, X., & Lingjie, L. (2010). An Exploration of Driver Perception Reaction Times Under Emergency Evacuation Situations. In

Transportation Research Board 89th Annual Meeting, Washington DC.

Abstract

A Validation Study of the Korean Stroke Drivers' Screening Assessment (K-SDSA)

Park, Myoungouk^{***}, Kim, Chobok^{**}, Shin Hwa-kyung^{***}, Son, Joonwoo^{*}

^{*}DGIST(Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology)

^{**}Dept. of Psychology, Kyungpook National University

^{***}Dept. of Physical Therapy, The Catholic University of Daegu

Objective : Driving is an important activity affected by the motor and cognitive deficits after stroke. However, there is no standard, valid screening tool for stroke drivers in Korea. Thus, this study sought to validate the Stroke Drivers' Screening Assessment (SDSA).

Methods : The original UK-SDSA was adapted to the Korean version of the SDSA(K-SDSA) by replacing UK-specific traffic situations and road signs with their Korean equivalents. K-SDSA scores from Korean healthy older drivers were compared to those from UK healthy older drivers as well as Korean younger drivers. Stroke participants were assigned to the eligible and ineligible groups for driving, based on their discriminant results from K-SDSA administration. Then their driving abilities were assessed using a driving simulator.

Results : Korean older drivers' scores were not different from UK older drivers' and were lower than younger drivers'. Driving performance of the driving-ineligible group was lower than that of the driving-eligible group in various situations including urban, rural, and high-way roads. This suggests that K-SDSA could successfully predict stroke drivers' driving performance.

Conclusion : The current study suggests that stroke drivers are required to take K-SDSA before deciding to resume their driving to ensure their safe driving.

Key words : Cognitive assessment, Driving eligibility, SDSA, Stroke, Validation