

상황인식(Situation Awareness)에 기반한 운전능력 측정방법에 관한 체계적 고찰

박명옥*, 정봉근**

*백석대학교 보건학부 작업치료학과

**순천향대학교 의료과학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구에서는 체계적 고찰을 통해 상황인식에 기반한 운전능력 측정방법을 알아봄으로써 운전재활의 임상영역에서 운전 상황에 기반한 평가도구 제작 시 기초자료로 삼고자 한다.

연구방법 : 전자 데이터 베이스인 Science Direct, PubMed, NDSL을 사용하였고 주요검색 용어로 'driving', 'situation awareness', 'measurement OR assessment'를 사용하였다.

결과 : 운전 상황인식 능력을 측정하는 방법에 대한 분석을 한 결과 정지기법(freeze method, 50.0%), 구어분석방법(verbal probe technique, 20.0%), 운전에러측정(driving error, 10.0%), 운전 행위에 대한 점검(driving behavior checklist, 10.0%)을 통해 운전 중 상황인식능력을 측정하였다. 운전자의 운전 상황인식 능력 측정에 적용된 도구를 분석한 결과 운전시뮬레이터(driving simulator, 50.0%), 실제 도로주행 코스(on-road course, 20.0%), 실제 도로주행차량에 시각적 탐지 장치 장착(on-road vehicle with visual detect task, 10.0%), 모션 시스템이 장착된 운전 시뮬레이터(driving simulator with motion system, 10.0%), 운전 상황 장면(scene)을 소프트웨어 프로그램으로 만들어 컴퓨터 화면으로 구현하는 방법(computer based program, 10.0%)을 적용하였다.

결론 : 이번 연구를 통해 운전 상황에 대해 이해하고 예측하는 능력을 측정하는 것이 안전운전을 위해 중요함을 알 수 있었고, 운전재활 임상영역에서도 다양한 운전 상황을 기반으로 하는 상황인식 기반 운전능력 평가 및 훈련이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

주제어 : 상황인식, 운전능력, 체계적 고찰

I. 서론

운전은 매순간 변화하는 환경에서 수행되어지는 역동적인 활동이다. 안전한 운전을 하기 위해서는 실제 변화하는 환경과 유입되는 정보에 대한 빠르고 정확한 의사

결정이 중요하다. 이러한 의사결정을 위한 정보처리 과정은 현재 노출된 상황에 대한 지각과 이해, 그리고 앞으로 일어날 상황에 대한 예측하는 과정이 포함된다(Endsley & Bolstad, 1994).

여러 연구들에서 안전한 운전 수행을 하기 위해서는 운

ORCID: Park, Myoung-Ok, <http://orcid.org/0000-0002-0200-0421>

Corresponding author: Jung, Bong-Keun (jungb@sch.ac.kr/ Dept. of Occupational Therapy, College of Medical Science, Soon Chun Hyang University)

Received 30 January 2015; Revised version received 25 February 2015; Accepted 1 June 2015

전자의 상황인식이 중요하다고 기술하고 있는데 운전자는 자신의 상황인식 능력을 가지고 최종 목적지를 찾아가기 위한 현재 자신의 차의 위치, 다른 차들의 방향, 현재 자신의 차의 속도 및 다른 차들의 속도, 환경에서 찾아가고자하는 길의 방향, 위험물에 대한 가능성을 이해하는 것뿐만 아니라 현재 운전 상황에서 가까운 미래에 현재의 상황이 어떻게 변화될지 예견해야 한다(Gonzalez & Wimisberg, 2013; Guerty, 1997; Sukthankar, 1997).

상황인식이란 시공간에서 환경요소에 대한 지각, 지각된 요소들의 의미에 대한 이해, 현재의 상태를 토대로 가까운 미래를 예측하는 것이라 정의할 수 있는데 이는 변화하는 환경에서 인간이 어떻게 정보를 선택하고 자신의 것으로 만드는지에 초점이 맞춰져 있다. 이러한 상황인식은 1수준: 지각(perception), 2수준: 이해 및 통합(comprehension), 3수준: 예측 및 투사(projection)의 세 수준으로 나누어진다(Endsley, 1988, 1995). 상황인식에 대한 학자들의 견해는 다분한데, Durso (2008)는 인간의 상황인식은 내면적인 지각에 영향을 많이 받는다고 하였고, Klein (1998)는 외부에서 들어오는 자극에 대한 지각이라고 하였다. Salmon, Lenn, Young와 Walker (2013)는 운전자의 상황인식 능력은 운전자가 주행 중 특정한 시간에 변화가 일어나는 지식에 대해 아는 것이라고 설명하고 있다.

많은 연구들에서 인간의 상황인식 능력을 유지하기 위해서는 인지적 정보처리 과정이 중요하다고 주장하고 있는데(Adams, Tenney, & Pew, 1995; Smith & Hancock, 1995), 그 중 많은 연구에서 인용하고 있는 상황인식 모델이 Endsley (1995)의 상황인식 프레임 모델이다. 이에 의하면, 실제 상황에 대한 인식은 정보에 대한 지각(perception), 집중(attention), 장기기억을 이용한 패턴매칭(pattern matching), 통합(synthesis), 분석(analysis) 및 메타 인지(meta-cognitive process)의 과정을 통해 일어난다. 이러한 정보처리 요소들의 작용으로 정신적 도식(mental schema)이 형성되며 기존의 장기기억(long term memory)과 현재 들어오는 정보에 대한 순간의 작업 기억(working memory)이 작용하여 내적 표상(internal representation)을 외부로 이끌어 내게 된다(Guerty, 1997).

Endsley (1995)의 상황인식 모델을 운전의 상황에서 좀 더 구체적으로 살펴보면, 상황인식의 1수준인 지각

(perception)의 단계는 주어진 환경과 상황에서 사물에 대한 알아챌, 지각을 하는 것을 의미한다. 이 단계에서 운전자는 차량의 색깔, 크기, 위치, 속도 등과 같은 환경요소에 대한 지각을 하게 된다. 2수준인 이해(comprehension)의 단계에서는 주어진 상황에서 일어나는 의미 있는 사건에 대한 이해를 하는 과정인데, 이 단계에서 운전자는 갑자기 끼어 들어오는 차량이나 보행자에 대한 인식 등 위험에 대한 감지 및 물체에 대한 이해를 하게 된다. 3수준에서는 1수준과 2수준에서 지각하고 이해하게 된 운전 수행의 상황에서 미래에 발생할 자신의 운전 상황에 대한 예측(projection)이 일어난다.

운전자가 상황인식의 첫 단계에서 시각적 집중력을 가지고 차량의 흐름, 표지판 등 현재 자신의 운전의 상황에 대한 지각을 했다면, 두 번째 단계에서는 작업기억에 의해 그 지각의 표상이 예전의 장기기억과 맞물려 좀 더 의미 있는 이해와 해석을 하게 되고 상황인식의 마지막 단계에서는 현재 자신이 갖고 있는 전문지식과 예전의 사건에 기초한 표상과 어울려져 더 미래에 일어날 사건을 예측할 수 있는 지식체계가 형성된다고 하겠다(Durso, Bleckley, & Dattel, 2006; Durso, Rawson, & Giroto, 2007). 따라서 상황인식과 관련된 인지처리 과정은 지각(perception)과 패턴 재인식(pattern recognition), 집중력(attention)과 이해능력(comprehension), 의사결정능력(decision-making)이 있다고 볼 수 있다(Kass, Friedman, Leserman, Zuttermeister, & Benson, 1991; Ma & Kaber, 2005).

이러한 상황인식과 관련하여 여러 선행연구에서 운전 상황에 대한 인식이 안전운전을 위해서 중요함을 제시하고 있는데, Shinar (1991)의 연구에 의하면 교통사고가 발생한 운전자는 대부분이 현재 운전 상황을 이해함에 있어 재인식(recognition) 에러가 발생했기 때문에 사고 위험이 높았다고 주장하였다. 또한, Kintch (1988)의 실험에 의하면 운전의 상황에서 의식적인 재인과 의미있는 사건 혹은 위험물(예, 앞차가 바짝 붙어서 끼어들려는 상황 등)에 대한 이해(comprehension)는 안전한 운전을 수행하기 위해 매우 중요함을 나타내었다. 이러한 연구들은 실제 운전 상황에 대한 이해와 예측능력이 안전한 운전을 위해 얼마나 중요한지를 시사해 준다. 따라서 본 연구에서는 운전 상황에 대해 이해와 예측능력을 평가하는 상황인식기반 운전능력 측정에 대한 체계적 고찰을 통해 그 측정

방법을 제시하고, 운전재활의 임상영역에서 운전 상황인식에 기반한 평가도구 제작 시 기초자료로 삼고자 한다.

II. 연구 방법

1. 논문 검색 및 데이터 수집

상황인식 기반 운전능력 측정방법에 대한 체계적 고찰을 위해 2000년부터 2014년까지 출판된 논문 중 운전자의 운전능력을 측정함에 있어 상황인식에 기반한 운전수행능력을 평가한 논문을 검색하였다. 검색도구로는 전자 데이터 베이스인 Science Direct, PubMed, NDSL를 사용하였다. 주요검색용어로 ‘driving’, ‘situation awareness’, ‘measurement OR assessment’를 사용하였다. 초기 년도만 제한하여 검색 시 15,242개의 논문이 검색되어, 적합한 검색을 위해 운전 관련 저널로 제한하여 재검색하였으며 그 결과 1,172개의 논문이 검색되었다. 이렇게 검색된 논문을 1저자와 2저자가 1차적으로 제목과 초록을 통해 연구기준에 적합한지 확인하고, 2차적으로 본문

내용을 통해 연구의 포함기준에 맞는지 재차 확인하였다. 연구의 포함기준은 1) 상황인식(situation awareness) 기반 운전능력을 측정한 경우, 2) 실험논문인 경우, 3) 논문이 영어로 쓰여진 경우, 4) 논문의 전문을 볼 수 있는 경우로 하였다. 배제 기준은 1) 운전과 관련된 상황인식 기반 접근이 아닌 경우, 2) 고찰 및 메타분석 연구, 3) 영어가 아닌 용어로 적혀진 논문 4) 책이나 일반 단행본이었다. 그 결과 총 10개의 논문이 본 연구의 분석 대상으로 사용되었다(Figure 1).

2. 분석 대상 논문의 질적 수준 분석

분석 대상 논문의 질적 수준 평가는 Arbesman, Scheer와 Liberman (2008)가 제시한 5단계의 근거를 기반으로 한 연구의 질적 수준(level of evidence) 분석 모델로 실시하였다. 전체 연구 중 수준 I에 해당하는 무작위 임상 실험 설계는 1개(10.0%)이었고, 수준 II가 5개(50.0%), 수준 III이 4개(40.0%)이었다(Table 1).

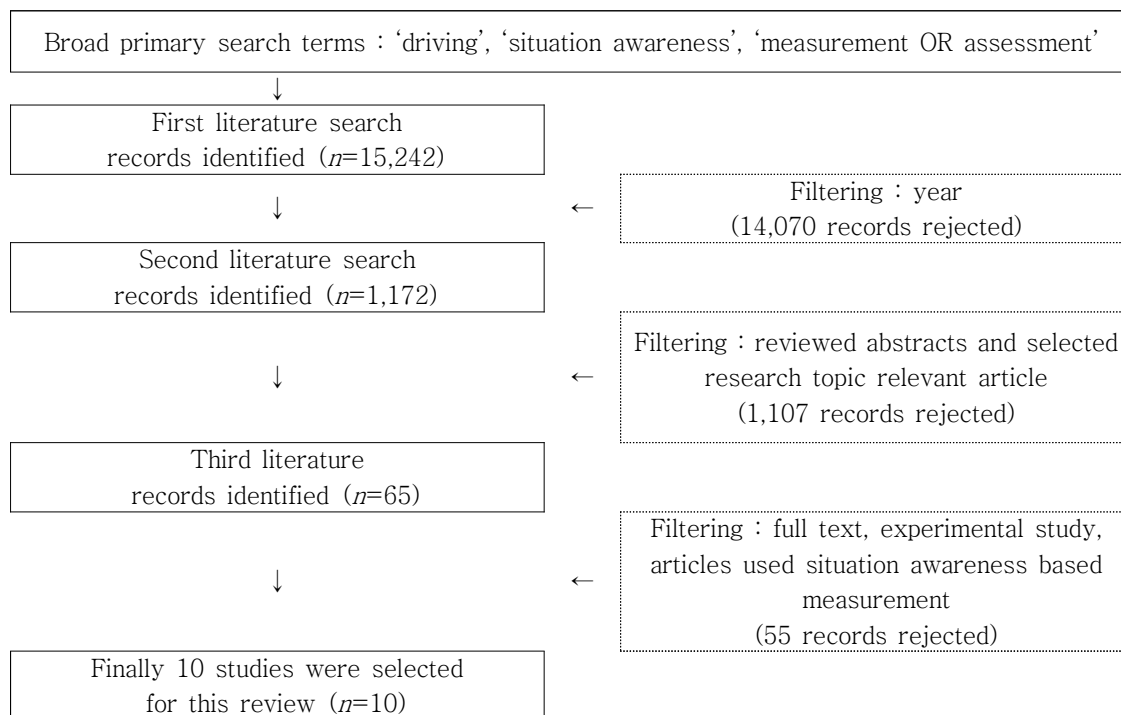


Figure 1. Flow Diagram of the Literature Selection Process

3. 자료의 근거 분석 및 제시 방법

본 연구에서 사용된 논문의 근거 제시방법은 먼저, 운전자의 운전 시 상황인식 능력을 측정하는 방법과 그 방법의 도구를 분석하여 기술하였다. 또한 최종적으로 전체 연구들에 대한 구체적인 근거제시를 문헌고찰 시 자료를 검색

하거나 검색된 근거를 체계적으로 정리하도록 하는 기법인 P.I.C.O.에 준하여 기술하였다. 즉, 환자 혹은 연구 참여자(patients/participants), 중재방법(intervention), 비교중재(comparisons), 중재결과(outcomes)의 순으로 나열하였으며 본 연구의 목적에 맞게 상황인식 기반 운전 능력 측정방법을 중재방법에 추가하여 제시하였다.

Table 1. Level of Quality Among Each Study

N (%)

Evidence level	Definition	Frequency
I	Systematic reviews	1 (10.0)
	Meta-analyses	
	Randomized controlled trials	
II	Two groups non-randomized studies	5 (50.0)
III	One group non-randomized studies	4 (40.0)
IV	Single subject designs	0 (0.0)
	Surveys	
V	Case reports	0 (0.0)
	Narrative literature reviews	
	Qualitative researches	
Total		10(100.0)

Table 2. Analysis About Measurement Method in Driving-Situation Awareness of Drivers

N (%)

SA Measurement methods	Frequency
Verbal probe technique	2(20.0)
Driving error analysis	2(20.0)
SA questions freeze method	5(50.0)
Driving behavior checklist	1(10.0)

SA: Situation Awareness, Verbal probe technique (Verbal protocol analysis)

Table 3. Analysis About Applied Tools in Driving-Situation Awareness of Drivers

N (%)

Applied measurement tools for drivers SA	Frequency
On-road course test and real vehicle	2(10.0)
On-road course test and real vehicle with visual detection task	1(20.0)
Driving simulator	5(50.0)
Driving simulator with motion system	1(10.0)
Software based driving scenes in computer	1(10.0)

III. 연구 결과

1. 운전상황인식 능력 측정방법에 대한 분석

운전자의 주행 중 운전상황 인식능력을 측정하는 방법에 대한 분석을 한 결과 10개의 연구 중 5개의 연구에서 Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) 등의 방법을 이용한 정지기법(freeze method)을 사용하여 상황인식 능력을 측정하였다. 2개의 연구에서는 운전자가 운전 상황에 대해 실시간 설명하는 언어적 설명을 분석하여 측정하는 방법인 구어분석방법(verbal probe technique)을 하였고, 또 다른 2개의 연구에서는 운전자의 운전오류(driving error)를 측정하는 방법을, 나머지 1개의 연구에서는 운전 중 수행하는 운전 행위에 대한 점검(driving behavior checklist)을 통해 운전 중 상황인식 능력을 측정하였다(Table 2).

2. 운전자의 상황인식 능력 측정 시 적용된 도구에 대한 분석

운전자의 상황인식 능력 측정에 적용된 도구를 분석한 결과 10개 중 5개의 연구에서 운전시뮬레이터(driving simulator)를 이용한 운전 상황을 구현하였다. 또한 2개의 연구에서는 실제 운전 주행 코스를 이용하였고 1개의 연구에서는 실제 운전 상황에서 차량 상황에 대해 시각적 탐지가 가능하도록 설치하여 운전 상황에 대한 측정을 하였다. 또 다른 1개의 연구에서는 모션 시스템이 장착된 운전시뮬레이터를 사용하였고, 나머지 1개의 연구에서는 운전상황에 대한 다양한 장면을 소프트웨어 프로그램으로 만들어 컴퓨터 화면으로 구현하는 방법을 적용하였다(Table 3). 전체 포함 연구에 대한 전반적인 내용은 Table 4에 제시하였다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 상황인식 기반 운전능력을 측정하는 방법에 관해 체계적 고찰을 수행하였다. 연구의 포함기준과 배제기준에 의해 총 10개의 실험연구가 선정되었고

각 연구의 근거수준, 실제 실험연구에서 사용된 상황인식 기반 운전능력 측정방법, 적용된 도구를 분석하였다. 체계적 고찰을 위해 P.I.C.O에 입각한 방법을 사용하였고 연구의 주제에 맞게 실제 적용된 상황인식 기반 측정방법 및 도구를 추가로 기입하였다. 본 연구에서 제시된 연구들을 Arbesman 등(2008)이 제시한 5단계의 근거를 기반으로 한 연구의 질적 수준(level of evidence) 분석 모델로 살펴보면, 1개의 연구가 무작위 임상실험 설계로 가장 높은 수준 I에 해당하였고, 5개의 연구가 수준 II, 나머지 4개의 연구가 수준 III에 해당하였다. 또한 상황인식을 측정함에 있어 주로 Endsley의 상황인식 모델에 입각 고안된 SAGAT를 응용한 정지기법(freeze method)을 사용하여 운전자의 상황인식을 측정한 실험 연구들이 있었다. 반면에 정지기법이 운전시뮬레이터에서 운전 장면을 구현하고 운전자가 예측할 수 없는 시기에 그 상황이 정지되고 그 순간 질문지를 통해 현재 주어진 상황에 대해 이해하는지를 측정하는 방법이기 때문에 운전 상황이 정지되는 것이 지속적인 상황에 대한 것을 측정하는 것이 아니라 한 순간에 대한 단면적 표상을 측정한다고 사료되어 계속 운전의 상황이 구현되는 동안 운전자에게 각 운전의 상황에서 보이는 모든 것을 말하게 하여 분석하는 구어분석방법(verbal prob technique)을 사용한 연구가 있었다. 좀 더 구체적으로 설명하자면, 주로 Endsley의 상황인식 모델에 입각한 연구에서는 운전시뮬레이터를 이용하여 다양한 운전의 상황을 재연하였고 그에 맞는 상황별 질문지를 만들어 측정해내는 방법이었으며, 그 밖에 주행 중 간섭자극(distractor)이 있는 경우 시각적 집중을 유지하여 운전의 상황을 얼마나 잘 이해하는지를 평가하기 위해 구조화된 안구 추적 시스템(eye tracking system)을 사용하여 운전 에러를 측정하는 방법이 있었다. 또한 운전자에게 현재 간섭자극이 있는 상황과 없는 상황에서 지각되는 사물과 환경을 말하도록 하여 운전자가 이해하는 운전의 상황을 언어적으로 구사하는 빈도를 측정하여 그 차이를 알아보는 방법을 통해 운전 행위에 대한 에러를 측정하는 방법이 있었다. 운전 상황을 구현함에 있어 대부분의 연구에서 운전시뮬레이터를 이용하여 운전 상황을 구현한 연구가 많았는데, 일부 연구에서는 실제 특정 코스를 정하여 도로주행을 하게 하였고, 일부 연구에서는 운전 상황을 운전시뮬레이터를

Table 4. Summary of Situation Awareness Based Driving Measures in Final Review Studies

Author (yr)	Study aims	Partici-pants	Intervention & SA measurement method	Comparison	Outcomes
Young, Salmon, & Cornelissen (2013)	• To investigate based real driving situation, whether and how visual distractors interrupt drivers' SA.	• 23 healthy adults	• Participants drove an converted vehicle. • Vehicle of on-road test included road scene system and eye tracking task. • On-road test was used to analyse participants SA.	• Distracted situation vs. not distracted situation	• Visually distracting task did not change the drivers' SA and awareness of driving situation. • Participants used a little visual scanning skill in distracted situation.
Salmon, Lem, Young, & Walker (2013)	• To test on-road method for evaluating driver SA in for rail crossing situations.	• 24 healthy adults	• Participants drove an structured test vehicle around a pre-reserved at urban. • Test route which contain four rail level crossings. • Constructed content analysis was used for subject SA at each levels.	• 2 group's SA on each levels (novice vs. experience driver)	• There was significantly differences between experienced and novice subjects of SA.
Schomig & Metz (2013)	• To compare how different three levels of SA in driving with secondary task.	• 16 healthy adults	• Participants drove driving simulator with motion system of the WIVW that included in critical and non-critical driving scene and they performed secondary task. • The secondary task included numbers that participants had to read number and push a button on the wheel. • Questionnaire was used on participant's view about distractive task and driving and three level of SA model was used to develop by authors. • Three levels SA was measured eye-tracking method by Smart-Eye camera systems .	• Three level of SA of participants	• Control level: driver was significantly different road glances item and percent of road glances, but not fixation duration among critical and non-critical situations; this means drivers adjust their attention between driving and distractive context. • Decision level: driver more reject to perform secondary task on critical situation than non-critical situation. • Planning level: drivers was showed medium correlations between real behavior and distraction; drivers used various strategies to determine interacting with distracting task.

Table 4. Summary of Situation Awareness Based Driving Measures in Final Review Studies (Cont.)

Author (yr)	Study aims	Participants	Intervention & SA measurement method	Comparison	Outcomes
Kaber, Zhang, Jin, Mosaly, & Garner (2012)	• To assess the effect of hazard exposure in driver SA, interaction with age and road complexity.	• 10 healthy young & 10 healthy older	• Participants drove a simulator in two types of environment. (simple rural vs. complex city) • Each environments included with two types of hazard exposure (static vs. dynamic). • Participants drove to a STISIM Drive™ M400 driving simulator. • They had to maintain speed limits, obey traffic rules, mediate traffic flow and respond to SA questions.	• Young vs. older group	• Driver age & SA: older group show lower than SA at all levels than young group • Environment complexity & SA: the driving environment (complexity) was influence in driver SA. • Older driver showed lower perception (Level 1) and comprehension (Level 2) SA than young drivers. • Hazard type & SA : young drivers kept high speed on static hazards; older drivers were influenced static and dynamic hazards.
Plavšić, Klinker, & Bubb (2010)	• To assessment of SA in critical driving situation at intersections by human errors.	• 20 healthy adults	• SA of 20 drivers in four critical intersection scenarios was explored. • Intersection scenarios were composite to a left-turn, a right turn at intersection, a left turn at T-junction, a left turn at a four-lane signaled intersection. • SA was examined in the four hazard junction scenarios completed in driving simulator. • Specific simulator was used ETUM simulator (BMW 6 series). • SA was assessed by key factors: attention, perception, anticipation, expectation and risk	• Four junction scene	• The information in the driving scene was is objectively missing, this was major error. • Drivers showed inaccurate decision among particular scenarios. • Complex scenario is the major cause in accidents because driver receive overload information.

Table 4. Summary of Situation Awareness Based Driving Measures in Final Review Studies (Cont.)

Author (yr)	Study aims	Partici-pants	Intervention & SA measurement method	Comparison	Outcomes
Soliman (2010)	• To investigate that effect of working memory in real driving SA.	• 148 students	• There were two testing sessions, one session for the situation awareness and another for the tests of executive ability. (SAGAT, TMT, WCRT-R, SW, ELF) • It was used the SAGAT: real-life driving simulation.	• High, medium & low group among SA level	• Low SA group was badly on all executive function rather than medium and high group. • Low SA group was influenced by simultaneous load on the central executive function.
Johannsdottir (2010)	• To know relationship driver SA and working memory for surrounding traffic.	• 42 healthy adults	• Subjects drove a simulator while they perform different load tasks (visuospatial and phonological load tasks). • Drivers' SA was assessed recall ability the surrounding traffic condition by simulator. • Driving simulator was used Drive Safety™ 500cc.	• Experiment 1 vs. Experiment 2	• Visuospatial coding was influence to driver's forward decision in traffic situation awareness. • Working memory coding was influence to rear view in traffic situation awareness.
Walker, Stanton, Kazi, Salmon, & Jenkins (2009)	• To know the effect of advanced driving training in SA of drivers	• 75 healthy adults	• Participants received advanced driving training as IAM training and they was complete checklist to related in driving behaviors. • Perceptual cycle theory by Neisser were used to assess driver's SA. • CDM interview as behavioral observations was used during assessment.	• Advanced driving training group vs. control group	• The group of Advanced driving training was more higher SA and more concentrative in driving situation than control.

Table 4. Summary of Situation Awareness Based Driving Measures in Final Review Studies (Cont.)

Author (yr)	Study aims	Participants	Intervention & SA measurement method	Comparison	Outcomes
Kass, Cole, & Stanny (2007)	• To know the phone conversation on SA and performance of novice drivers and experienced drivers.	• 25 novice drivers & 26 experienced drivers	• Participants were instructed to pay attention to environmental stimuli and implemented a direction-following task for assessment of SA. • STISIM-Drive simulator software (driving scene) with hands-free cell phone were used. • SA question was used: such as "what is the speed limits?" • SA question was given at irregular interval.	• Novice driver vs. experienced drivers • Cell phone distracter vs. no distracter	• Novice group (both cell phone distracter & no-cell phone) is more miss turned than experienced group about total driving infraction and driving direction. • Novice group (both cell phone distracter & no-cell phone) is more lower exact correction than experienced group about SA question.
Parkes & Hooijmeijer (2001)	• To know the effect of cell phone use in driving situation.	• 15 healthy adults	• Participants drove static driving simulator with unexpected event and they did hand-free telephone conversation at the same time. • Static driving simulator and SA probe questions were used. • Unexpected event was appeared in driving simulator and paused simulator during 2 second and then, gave to SA questions.	• Hands free telephone situation vs. non	• When participants used hands free telephone, they more reduced SA ability in driving.

CDM: Critical Decision Method, ELF: Excluded Letter Fluency, ETUM: Ergonomics at Technische Universit at Munchen, IAM: Institute of Advanced Motorists, SA: Situation Awareness, SAGAT: Situation Awareness Global Assessment Technique, SW: Stroop Color Word Task, TMT: Trail Making Test, WCRT-R: Wisconsin Card Sorting Test-Revised, WIVW: Wuerzburg Institute for Traffic Sciences GmbH

통해 구현하지 않고 소프트웨어 프로그램으로 제작하여 컴퓨터 화면으로 구현하여 측정한 연구가 있었다.

이번 연구에서의 체계적 고찰을 통해 작업치료의 한 영역인 운전재활 영역에서 활용할 수 있는 운전수행 능력 측정 방법으로 운전 상황에 기반한 운전능력 평가 도구의 개발을 위한 기초자료로 삼고자 하였다. 기존의 운전재활영역에서 활용되고 있는 연구들에서 살펴보면, 운전능력을 예측하는 검사도구는 선로잇기검사(Trail Making Test; TMT), 운동-자유시지각검사(Motor-free Visual Perception Test; MVPT), 시계그리기검사(Clock Drawing Test; CDT) 등의 인지심리적 검사도구들을 사용하고 있고, 운전능력만을 측정하기 위해 특성화된 검사인 가용시각장 검사(Useful Field of View; UFOV) 등을 사용하고 있다(Shawn et al., 2007). 이러한 도구를 사용하는 이유는 뇌병변 장애나 노화로 인한 인지, 지각 및 시각적 정보처리 과정의 손상이 운전에는 많은 영향을 미치기 때문에 그에 해당하는 구성요소를 평가하고자 고안되어져 있기 때문이다. 하지만 이러한 검사도구는 운전의 상황을 기반으로 하는 측정도구들은 아니다. 물론 집중력이 얼마나 좋은지, 시공간 구성능력이 얼마나 뛰어난지가 운전에는 영향을 미치고 그것을 측정해내어 운전능력을 예측해내는 것도 중요하다. 그리고 운전이라는 작업이 계속 진행되어지는 상황에 대한 이해와 앞으로 일어날 상황에 대한 예측능력이 중요하기 때문에 이러한 인지적 요소는 집중력, 시공간 구성능력과 같은 기본적인 인지, 지각적 요소가 밀바탕이 되어야 함은 분명한 사실이다. 그럼에도 불구하고 운전은 인지, 지각적 요소 각각 하나의 요소별 수준을 측정하기 보다는 운전을 하기 위한 다양한 상황에 기반한 측정이 중요하다고 사료된다. 왜냐하면 운전은 계속 매순간 변화하는 환경이 밀바탕이 되는 역동적인 작업이고 실제 운전 상황에서는 안전 운전을 방해하는 환경적 요인들이 많기 때문이다. Young, Salmon과 Cornelissen (2013)의 연구에서 살펴보면 23명의 건강한 성인 대상으로 운전 상황에서 안전한 운전을 방해하는 간섭자극이 있는 상황과 없는 상황에서 운전 수행시 시각적 집중과 운전 상황에 대한 인식도의 차이를 발견하였다. Plavšić, Klinker와 Bubb (2010)의 연구에서는 교차로 지점에서 운전예러 상황에 노출되었을 때 나타나는 운전자의 운전 상황인식에 대한 평가를 수행하였는데, 더 복잡한 상황에서 상황인식에 대

한 예러가 나타나 사고의 원인이 됨을 증명하였다. 또한, Parkes와 Hooijmeijer (2000)의 연구에서는 휴대전화를 사용 했을 때와 사용하지 않았을 때의 상황에서 운전 상황에 대한 인식의 차이를 비교하였는데, 휴대전화 사용 시 운전 상황에 대한 이해가 떨어지는 것을 증명하였다. 이와 같은 결과물을 살펴볼 때, 주변의 주행 중인 차량, 보행자, 갑작스럽게 달려드는 위험물 등 외적인 환경요인과 주행 중 통화하기 등 운전자 스스로 만들어 내는 내적인 환경요인도 운전자의 안전운전에 많은 영향을 주는 배경이라 할 수 있으며 운전자는 안전운전을 수행하기 위해서는 그러한 운전을 방해하는 상황과 요인에 대한 집중, 이해, 예측이 되어야 할 것으로 판단된다. 이처럼 운전 상황에 대해 이해하고 예측하는 능력을 측정하는 것이 안전운전을 위해 중요함을 인식하고 운전재활 임상영역에서도 다양한 운전 상황을 기반으로 하는 상황인식 기반 운전능력 평가와 훈련이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

V. 결 론

안전한 운전을 위해 주변의 도로 상황에 대해 이해하는 것은 매우 중요한데, 그것은 차량의 흐름과 속도, 교통 신호, 보행자 등 복잡한 운전의 실제 상황에 대해 이해해야 하는 인간의 정보처리 과정과 관련이 있다. 운전 중이라는 것은 단면적인 표상이 아니라 실제 계속 진행 중인 정보처리 과정이 밀바탕이 되어 일어나고 있는 활동이기 때문에 상황인식의 개념이 중요하다. 본 연구에서는 상황인식 기반 운전능력을 측정하는 방법을 체계적 고찰을 통해 알아보았다. 그 결과 대부분의 연구에서 운전시물레이터를 이용한 운전 상황을 구현하고 운전 상황에 대한 질문을 정지기법을 이용하여 측정하는 방법을 사용하고 있었고, 그 밖에 실제 도로 주행 시 운전자의 운전 상황에 대한 언어적 단서를 분석하는 방법, 운전 행위와 운전 예러에 대한 분석을 통한 상황인식 능력을 측정하는 방법이 있었다. 또한 운전시물레이터를 통한 구현을 하지 않고 운전 상황을 소프트웨어 프로그램으로 만들어 컴퓨터 화면에 구현하여 측정하는 방법이 있었다. 이번 연구는 운전재활 임상현장에서 활용될 수 있는 운전능력 평가법 중 운전 상황인식 기반 운전능력 평가를 제시하는 기초자료가 될 것으로 사료된다.

References

- Adams, M. J., Tenney, V. J., & Pew, R. W. (1995). Situation awareness and the cognitive management of complex systems. *Human Factors: Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 85–104. doi:10.1518/0018720.957790419462
- Arbesman, M., Scheer, J., & Lieberman, D. (2008). Using AOTA's Critically Appraised Topic (CAT) and Critically Appraised Paper (CAP) series to link evidence to practice. *OT Practice*, 13(5), 18–22.
- Durso, F. T., Bleckley, M. K., & Dattel, A. R. (2006). Does SA add to the validity of cognitive tests? *Journal of the Human Factors and Ergonomics Society Winter*, 48, 721–733. doi:10.1518/001872006779166316
- Durso, F., Rawson, K., & Giroto, S. (2007). Comprehension and situation awareness. In F. T. Durso, R. Nickerson, S. T. Dumais, S. Lewandowsky, & T. Perfect (Eds.), *The handbook of applied cognition* (2nd ed.). Chichester, England: John Wiley and Sons.
- Durso, F. T. (2008). Situation Awareness: Understanding dynamic environments. *Human Factors: Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50, 442–448. doi:10.1518/001872008X288448
- Endsley, M. R., & Bolstad, C. A. (1994). Individual differences in pilot situation awareness. *International Journal of Aviation Psychology*, 4, 241–264. doi:10.1207/s15327108ijap0403_3
- Endsley, M. R. (1988). Design and evaluation for situational awareness enhancement. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, USA*, 32(2), 97–101. doi:10.1177/154193128803200221
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situational awareness in dynamic systems. *Human Factors: Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. doi:10.1518/001872095779049543
- Gonzalez, C., & Wimsberg, J. (2013). Situation awareness in dynamic decision making: Effects of practice and working memory. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 20(1), 56–74. doi:10.1177/155534340700100103
- Gugerty, L. (1997). Situation awareness during driving: Explicit and implicit knowledge in dynamic spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3(1), 42–66. doi:10.1037/1076-898X.3.1.42
- Johannsdottir, K. R. (2010). The role of working memory in supporting drivers' situation awareness for surrounding traffic. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 52, 663–673. doi:10.1177/0018720810385427
- Kaber, D., Zhang, Y., Jin, S., Mosaly, P., & Garner, M. (2012). Effects of hazard exposure and roadway complexity on young and older driver situation awareness and performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15, 600–611. doi:10.1016/j.trf.2012.06.002
- Kass, S. J., Cole, K. S., & Stanny, C. J. (2007). Effects of distraction and experience on situation awareness and simulated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10, 321–29. doi:10.1016/j.trf.2006.12.002
- Kass, J. D., Friedman, R., Leserman, J., Zuttermeister, P. C., & Benson, H. (1991). Health outcomes and a new index of spiritual experience. *Journal for the Scientific Study of Religion*, 30, 203–211.
- Kintsh, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction–integration model. *Psychological Review*, 95,

- 163–182. doi:10.1037/0033-295X.95.2.163
- Klein, G. A. (1998). *Source of power: How people make decision*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ma, R., & Kaber, D. B. (2005). Situation awareness and workload in driving while using adaptive cruise control and a cell phone. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 939–953. doi:10.1016/j.ergon.2005.04.002
- Parkes, A., & Hooijmeijer, V. (2000). *The influence of the use of mobile phones on driver situation awareness*. Retrieved from <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-13/driver-distraction/Topics011000000.htm>.
- Plavšić, M., Klinker, G., & Bubb., H. (2010). Situation awareness assessment in critical driving situations at intersections by task and human error analysis. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries*, 20, 177–191. doi:10.1002/hfm.20173
- Schomig, N., & Metz, B. (2013). Three levels of situation awareness in driving with secondary tasks. *Safety Science*, 56, 44–51. doi:10.1016/j.ssci.2012.05.029
- Salmon, P. M., Lenn, M. G., Young, K. L., & Walker, G. H. (2013). An on-road network analysis-based approach to studying driver situation awareness at rail level crossings. *Accident Analysis and Prevention*, 58, 195–205. doi:10.1016/j.aap.2012.09.012
- Shawn, C., Marshall, S. C., Molnar, F., Man-Son-Hing, M., Blair, R., Brosseau, L., ... Wilson, K. G. (2007). Predictors of driving ability following stroke: A systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(1), 98–114. doi:10.1310/tsr.1401-98
- Shinar, D. (1991). Aggressive driving: The contribution of the drivers and the situation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1, 137–160. doi:10.1016/S1369-8478(99)00002-9
- Smith, K., & Hancock, P. A. (1995). Situation awareness is adaptive externally directed consciousness. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 137–148. doi:10.1518/001872095779049444
- Soliman, A. M. (2010). Exploring the central executive in situation awareness. *Psychological Reports*, 106, 105–118. doi:10.2466/PRO.106.1.105-118
- Sukthankar, R. (1997). *Situational awareness for tactical driving* (Doctoral dissertation). Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Walker, G. H., Stanton, N. A., Kazi, T. A., Salmon, P. M., & Jenkins, D. P. (2009). Does advanced driver training improve situational awareness? *Applied Ergonomics*, 40, 678–687. doi:10.1016/j.apergo.2008.06.002
- Young, K. L., Salmon, P. M., & Cornelissen, M. (2013). Missing links? The effects of distraction on driver situation awareness. *Safety Science*, 56, 36–43. doi:10.1016/j.ssci.2012.11.004

Abstract

A Systematic Review of Driving Performance Measurement Based on Situation Awareness

Park, Myoung-Ok*, M.P.H., O.T., Jung, Bong-Keun**, O.T.D., OTR.

*Dept. of Occupational Therapy, Division of Health Science, Baekseok University

**Dept. of Occupational Therapy, College of Medical Science, Soon Chun Hyang University

Objective : This study was conducted to determine various methods for measuring the Situation Awareness (SA) based driving ability through a systematic review.

Methods : Previous studies were found in an electronic database (e.g., Science Direct, PubMed, NDSL). The keyword search terms were 'driving', 'situation awareness', 'measurement OR assessment'.

Results : The methods used for measuring the driving-related situation awareness were presented, including the freeze method (50.0%), verbal probe technique (20.0%), driving error (10.0%), and driving behavior checklist (10.0%). The tools used for the driving situation awareness measurement of drivers were presented, such as a driving simulator (50.0%), on-road course (20.0%), on-road vehicle with visual detection task (10.0%), a driving simulator with a motion system (10.0%), and a computer-based driving scene (10.0%).

Conclusion : Through this systematic review, we found that a majority of studies were concerned with the driving situation for safe driving. This fact suggests that we have to develop new SA based driving measurements and tools for driving rehabilitation practice.

Key words : Driving ability, Situation awareness, Systematic review