

노인 운전자의 운전수행 중재에 관한 체계적 고찰

김문영*, 김연주*, 이예진*, 박혜연**

*연세대학교 대학원 작업치료학과

**연세대학교 보건과학대학 작업치료학과

국문초록

목적: 본 연구에서는 체계적 고찰을 통해 노인 운전자의 운전수행을 위한 다양한 중재의 효과를 분석하고자 한다.

연구방법: 2005년 1월부터 2015년 4월까지 10년간의 문헌을 MEDLINE, Google Scholar 데이터베이스에서 검색하였다. 검색에 사용된 키워드는 다음과 같다; 'Automobile driving' (MeSH term), 'Aged' (MeSH term), 'Occupational Therapy' (MeSH term), 'Treatment Outcome' (MeSH term). 최종적으로 포함기준에 적합한 7개의 연구를 선정하였다.

결과: 포함된 연구의 근거수준은 가장 높은 수준인 수준I이 71.4%(5편), 수준II는 28.6%(2편)를 차지했다. 중재 방법은 다음과 같이 5가지 유형으로 분류하였다; (1) 인지 훈련, (2) 신체적 훈련, (3) 교육 프로그램, (4) 시뮬레이터 훈련, (5) 도로주행 훈련. 인지 훈련의 경우 추론 훈련과 처리속도 훈련에서 50.0%의 사고감소율을 보였고 신체적 훈련의 경우 운전수행이 향상되었으며 운전 실수 감소를 보였다. 교육 프로그램만 실시한 중재는 유의한 향상을 보이지는 않았으나 도로주행훈련과 결합하여 실시하였을 때 효과성이 증가하였다. 신체적 훈련, 운전 시뮬레이터 훈련 그리고 도로주행훈련에서는 운전수행이 향상되었다.

결론: 이번 연구를 통해 노인 운전재활 중재의 다양한 유형을 알 수 있었다. 운전수행 향상을 위해 작업치료사는 노인 운전자에게 적합한 중재를 제공해 주는 것이 중요하다. 따라서 국내 임상 영역에서도 다양한 운전재활 훈련이 개발되어야 할 것이다.

주제어: 노인 운전자, 운전재활, 작업치료, 중재, 체계적 고찰

I. 서론

미국작업치료사협회(American Occupational Therapy Association; AOTA)는 작업치료 실행체계 3판에서 운전과 지역사회 이동을 수단적 일상생활 활동(Instrumental

Activity of Daily Living; IADL)으로 분류하여 운전의 중요성을 강조하고 있다(AOTA, 2014). 운전은 노인의 병원 진료, 장보기 등과 같은 일상적 활동을 가능하게 하고, 사회적 활동에 참여하게 함으로써 건강한 노화를 보장하는 데에 중요한 역할을 한다(Golisz, 2014). 또한

ORCID: Kim, Moon Young, <http://orcid.org/0000-0002-8566-2091>

Corresponding author: Park, Hae-Yean (haepark@yonsei.ac.kr/Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University)

Received 30 July 2015; Revised version received 23 August 2015; Accepted 24 June 2016

많은 연구에서 운전은 노인의 이동성을 증가시키는 주요 수단으로써 자율성과 독립성의 상징으로 자리매김하고 있으며, 삶의 질과 행복감에 기여한다는 보고가 잇따르고 있다(Hong, Choi, & Lee, 2015; Ragland, Satariano, & MacLeod, 2004). 운전은 삶의 질에 영향을 미치는 사회적 참여와 개인의 가치에 있어 중요한 기능을 하고 있는데, 이는 운전 중단이 노인에게 미치는 영향을 통해서도 확인할 수 있다. 실제로 운전 중단을 경험한 노인들은 우울감이 증가되고 사회적 참여 감소와 신체적·사회적 기능저하를 보였고 자아정체성과 가치 있는 역할·활동 등에도 부정적인 영향을 끼쳐 주변 관계와의 고립을 경험하였다(Connell, Harmon, Janevic, & Kostyniuk, 2013; Edwards, Perkins, Ross, & Reynolds, 2009; King et al., 2011; Marottoli et al., 2007a; Windsor, Anstey, Butterworth, Luszcz, & Andrews, 2007).

현재 우리나라는 65세 이상 노인 인구 비율이 늘어나면서 노인 운전면허소지자 수 또한 지속적으로 증가하고 있다. 도로교통공단(2014)은 2013년 기준 65세 이상 노인 인구 6,137,702명 중 운전면허소지자수는 1,869,155명(30.5%)으로 2001년부터 연평균 14.7% 증가 추세에 있다고 발표하였다. 그러나 운전은 신체적 능력, 시야, 운전지식 뿐만 아니라 시지각, 감정조절과 인지를 요구하는 복잡한 활동이기 때문에(Charron, Hoc, & Milleville-Pennel, 2010) 노인은 이러한 기능에 영향을 주는 자연스러운 노화현상으로 운전수행에도 영향을 받게 된다. 운전 에 대한 조절을 위해서는 물체 사이에서의 복잡한 환경 변화에 적절히 반응해야 하지만 노인의 경우 감각, 신체, 인지 등의 영역에서 점진적으로 기능이 감소하고 질병이나 상해로 인하여 급격하게 변화한다(Lindstrom-Forneri, Tuokko, Garrett, & Molnar, 2010). 또한 65세 이상 노인들은 젊은 운전자에 비해 단기기억능력이 저하되고 정보처리 속도가 늦어 신호등, 돌발 상황 등의 반응 속도가 떨어진다(Odenheimer, 2006). 더불어 신체의 고령화는 노인운전자에게 심리적 위축감으로 발전되기도 하며 이에 따라 교통사고의 위험성은 더욱 증가하게 된다(Shin & Cho, 2010). 실제로 우리나라 노인 교통사고는 연평균 4.9% 증가하고 있으며, 2013년에 발생한 전체 교통사고 사망자 중 노인사망자는 36.0%를 차지하고 있다(도로교통공단, 2014).

사고나 노화로 인해서 신체적, 인지적 손상을 받은 장애인이나 노인들의 경우 운전 에 필요한 능력에 대한 적절한 평가가 이루어져야 하며 필요한 경우 운전으로의 복귀를 위한 전문적인 재활을 받아야 한다(Shin, 2011). 외국에서는 운전 재활을 위해 교육 프로그램, 인지-지각 훈련, 신체적 훈련, 시뮬레이터 훈련, 도로주행 훈련 등 다양한 형태로 중재하고 있으며 이 과정에서 작업치료사는 중요한 역할을 한다(Classen, Shechtman, Awadzi, Joo, & Lanford, 2010; Golisz, 2014). 작업치료사는 작업치료 중재를 통해 환자의 신체적, 인지적, 사회적 기능을 평가하고 훈련할 수 있으며 노인의 운전 에 대한 지식, 기술, 행동 등을 향상시킴으로써 교통사고의 위험성을 줄일 수 있다(Golisz, 2014). 미국의 운전재활전문가 중 62.0%가 작업치료사이며 보건 의료 지식과 운전 전문 지식을 기반으로 장애가 있는 운전자가 안전운전을 할 수 있도록 서비스를 제공한다. 운전 능력과 신체장애를 평가하고 개인의 장애에 따라 적합한 훈련 프로그램을 계획하고 개발하며 재활훈련을 실시하고 있다(Kang, 2003).

국내에서도 운전재활전문가로서 작업치료사의 역할이 확대될 전망이다. Shin (2010)의 연구에 의하면 현재 국내 작업치료사는 모두 장애인 차량 이동 훈련을 실시하고 있으며, 운전재활의 중요성을 인식하고 학회 및 세미나와 보수교육을 통해 운전재활 지식을 습득하고 있다고 보고하였다. 경찰청과 도로교통공단은 2013년 부산 소재의 중증장애인운전지원센터를 시작으로 장애인운전지원센터를 2017년까지 6개 권역에 개소할 예정이며 센터 당 작업치료사 2명을 운영인력으로 배치하고 있다.

이와 같이 계속해서 국내의 운전재활에 대한 중요성이 커지고 있으며 작업치료사가 운전재활에 있어 전문가로서의 역할을 해내고 있다. 작업치료사는 이러한 종합적인 경향에 발맞추어 노인의 운전재활에 있어서도 중심적인 역할을 해야 할 필요가 있다. 해외에서는 노인 운전자를 대상으로 시뮬레이터 훈련과 인지 훈련의 운전수행에 미치는 효과 비교, 운전 교육 프로그램이 안전 운전 전략에 미치는 효과 등 다양한 임상 연구가 이루어지고 있다(Nicholas & Arthur, 2009; Owsley, McGwin, Phillips, McNeal, & Stalvey, 2004). 하지만 Kim과 Lee (2014)의 연구결과에 따르면 2000년부터 진행된 국내 운전재

활 관련 연구 총 18편을 대상자별로 분석한 결과, 장애인이 55.6%, 65세 이상 노인은 22.2%인 것으로 보고하였다. 연구 분야는 작업치료사의 역할 및 인식도(16.7%), 장애인 운전능력 평가(16.7%) 그리고 제도 개선 및 향후 방안(16.7%)에 관한 연구가 많았다. 중재 형태나 효과를 다룬 연구는 없었으며, 전체 연구 중 질적 근거수준 중 가장 높은 수준 I 단계의 연구가 불과 5.6%만을 차지했다. 이러한 결과를 통해 아직까지 국내에서 질적 수준이 높은 중재관련 실험연구가 없다는 것을 확인할 수 있었다.

이처럼 노인운전재활과 작업치료사의 역할이 점차 중요해지고 있으나 국내에서 진행되는 노인 관련 운전재활 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 노인 운전자의 운전수행 향상을 목적으로 하는 운전재활 중재가 무엇이 있고 그 효과는 어떠한지 체계적으로 분석함으로써 임상현장의 작업치료사에게 운전재활 관련 중재 전략에 대한 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 논문 검색 및 데이터 수집

본 연구는 노인 운전자에게 운전재활 관련 훈련 중재를 실시한 연구들을 검토하기 위하여 웹 데이터베이스를 사용하여 학회지에 게재된 문헌을 수집하였다. 2015년 4~6월에 걸쳐 MEDLINE, Goggle Scholar 데이터베이스에서 ‘Automobile Driving (MeSH term)’, ‘Aged (MeSH term)’, ‘Occupational Therapy (MeSH term)’, ‘Treatment Outcome (MeSH term)’을 키워드로 검색하였다. 2005년 1월부터 2015년 4월까지 10년간 학회지에 게재된 해외 연구들을 대상으로 하였다. 검색된 연구는 연구자 2명이 각각 제목 및 초록을 검토하였고, 필요 시 원문확인을 하였다. 포함 및 배제기준에 따라 선정하였으며 다른 의견이 있을 경우 토의를 통해 논문을 결정하였다(Jung & Chang, 2014). 그 결과 본 연구의 분석 대상으로 7개가 최종 선정되었다(Figure 1).

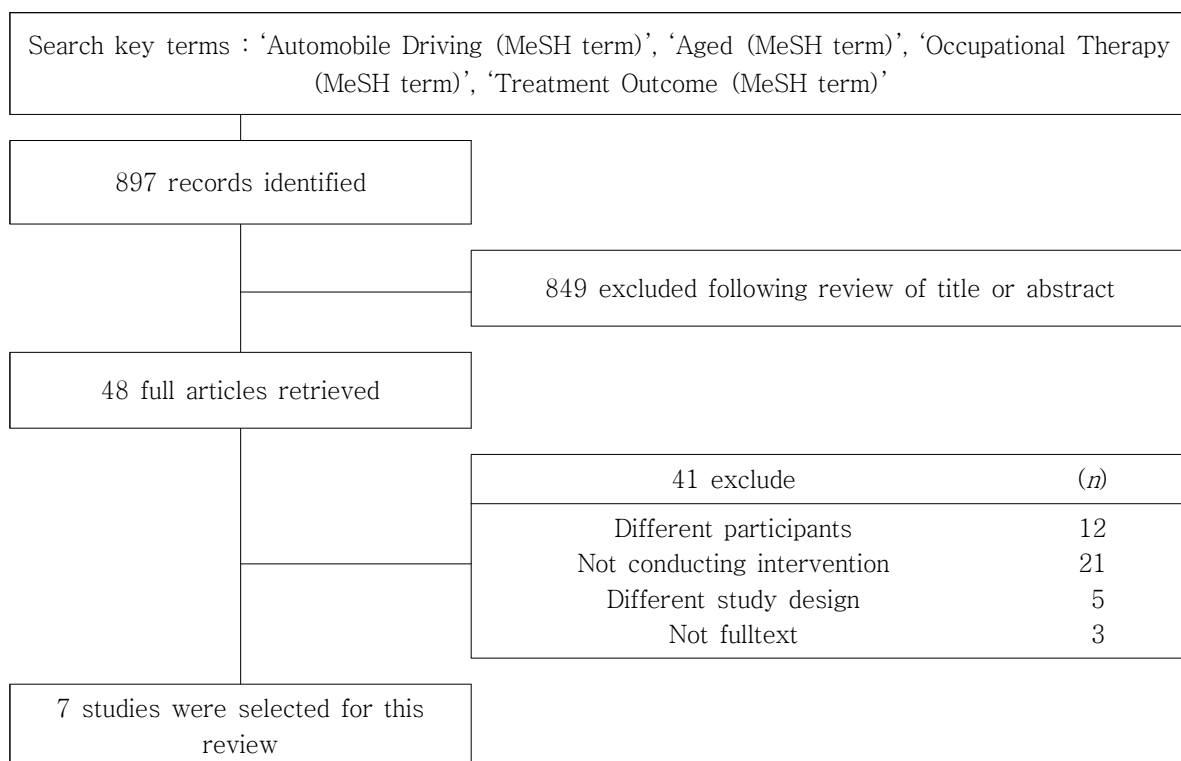


Figure 1. Flow Diagram of the Literature Selection Process

1) 포함기준

- (1) 60세 이상 노인 운전자를 대상으로 한 연구
- (2) 운전수행에 대한 중재가 실시된 연구
- (3) 원문 보기가 가능한 연구
- (4) 영어로 된 해외 논문

대상자, 집단별 중재 강도/기간, 종속변인, 평가도구, 결과 순으로 나열하였다.

2) 배제기준

- (1) 포스터
- (2) 고찰논문(체계적 고찰, 메타분석)
- (3) 학위논문
- (4) 평가도구의 타당도와 신뢰도에 관한 연구
- (5) 실시된 중재가 운전수행 향상이 목적이 아닌 연구

2. 질적 수준 분석

포함 연구에 대해 Arbesman, Scheer와 Liverman (2008)이 개발한 총 5단계의 질적 근거 수준 분석모델(hierarchy of levels of evidence for evidence-based practice)로 분석하였다.

3. 자료의 근거 분석 및 제시 방법

본 연구에서 사용된 근거 제시방법은 중재 종류에 따라 분석하여 기술하였다. 또한 전체 연구들을 구체적이면서 체계적으로 정리하기 위해 저자/연도, 집단별 연구

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구근거의 질적 수준 및 연구 동향

Arbesman, Scheer와 Liverman (2008)이 제시한 질적 근거 수준 분석모델을 통해 분석한 결과 전체 연구 중 수준 I에 해당하는 무작위 임상실험설계 연구(Randomized Controlled Trial; RCT)가 5개(71.4%)이었고 2개(28.6%)의 연구는 두 집단 비무작위 연구(two groups nonrandomized studies)로 수준Ⅱ에 해당하였다(Table 1).

2. 중재방법의 사용 빈도에 대한 분석

7개의 논문에서 사용된 중재를 유형별로 분석한 결과, 중재의 종류는 총 5가지로 분류되었으며 인지적 훈련, 신체적 훈련, 교육 프로그램, 운전 시뮬레이터 훈련, 도로주행 훈련 등을 포함한다. 운전재활에 사용된 중재방법 빈도수를 분석한 결과 인지적 훈련과 교육 프로그램을 실시한 연구가 각각 2개(28.6%)로 가장 높았으며, 신체적 훈련, 운전 시뮬레이터 훈련, 도로주행 훈련이 각각 1개

Table 1. Level of Quality Among Each Study

(N=7)

Evidence level	Definition	Frequency n (%)
I	Systematic reviews	5 (71.4)
	Meta-analyses	
	Randomized controlled trials	
II	Two groups non-randomized studies	2 (28.6)
III	One group non-randomized studies	0 (0.0)
IV	Single subject designs	0 (0.0)
	Surveys	
V	Case reports	0 (0.0)
	Narrative literature reviews	
	Qualitative researches	
Total		7(100.0)

(14.3%)씩 차지하였다(Table 2).

3. 중재방법에 대한 결과 분석

1) 인지적 훈련

인지적 훈련이란 운전의 영향을 미치는 인지 영역인 단기기억(short-term memory), 집중력(attention), 지남력(orientation), 판단력(judgment), 문제해결능력(problem-solving skills), 시공간 능력(visuospatial) 등의 영역에 대해 실시하는 중재를 말한다(Carr, Duchek, Meuser, & Morris, 2006). Gaspar, Neider, Simons, McCarley와 Kramer (2012)의 연구에서는 간이정신상태검사(Mini-Mental Status Exam; MMSE)의 총점이 27점 이상인 정상 노인 운전자를 대상으로 상용화된 CogniFit senior driver program 실시하였다. 인지능력 중에서도 분산집중력, 작업기억 등 14개 측면에 대해 1일 30분씩 2회, 총 8일에 걸쳐 훈련하였다. 컴퓨터 카드 게임을 중재로 실시한 대조군과 비교해 보았을 때 운전 시뮬레이터로 측정한 운전수행에서 유의한 차이가 없다는 결과를 가졌다. 무작위 임상실험설계 연구로 근거 수준 I인 Ball, Edwards, Ross와 McGwin (2010)의 연구에서는 주 70분씩 2회, 총 5주간 Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly(ACTIVE)를 적용하였으며 ACTIVE는 3가지 유형의 중재(memory, reasoning or speed-of-processing training)를 포함한다. 각각의 중재를 실시하였고 중재가 개입되지 않은 대조군에 비해 추론 훈련과 처리속도 훈련을 실시한 실험군이 6년 간 사고 조사 기록상 약 50.0% 낮은 사고율을 보였으나 기억력 훈련에서는 유의한 효과가 없었다.

2) 신체적 훈련

신체적 훈련은 운전수행 능력과 연관이 있는 신체적 요소인 유연성(flexibility), 협응력(coordination), 움직임 속도(speed of movement) 등의 향상을 목표로 실시하는 중재이다(Marottoli et al., 2007a). 무작위 임상실험설계 연구로 근거 수준 I인 Marottoli 등(2007a)의 연구에서는 시각과 인지 능력이 정상 범주이면서 신체적 손상이 있는 70세 이상 노인 운전자에게 7주간 매일 15분씩 운동 프로그램을 실시하였다. 운동 프로그램은 사지의 관절 운동, 협응력, 근력에 초점을 두었으며 등급화하여 적용되었다. 중재 효과를 평가하기 위해 실제 도로 주행 평가로 진행되었으며 운전수행과 운전 중 실수(부주의, 확인 없이 차선 변경, 신호 위반) 영역에서 모두 유의한 향상을 보였다.

3) 교육 프로그램

교육 프로그램은 도로주행 전에 학습하는 이론적인 운전 지식을 주 내용으로 하며, 교통의 기준과 상황을 이해하고 안전운전을 위한 방법까지 포함한다(Mayhew & Simpson, 2002). 무작위 임상실험설계 연구로 근거 수준 I인 Jones, Cho, Abendschoen-milani와 Gielen (2011)의 연구에서는 자기조절이론(Self-Regulation Theory; SRT)을 기반으로 고안된 Mature Operators Vehicular Education(MOVE)을 60세 이상 노인 운전자에게 주 1회 2시간씩 4주 동안 적용하였다. 중재 후 운전 습관상 위험 노출의 변화를 보였으나 유의한 변화는 없었다. 무작위 임상실험설계 연구로 근거 수준 I인 Gaines, Burke, Marx, Wagner와 Parrish (2011)의 연구에서 사용된 CarFit 교육 프로그램은 노인 운전자가 안전운전 특성을 이해하고 행동할 수 있도록 체계적으로

Table 2. Types of Intervention on Driving Rehabilitation

(N=7)

Types	Frequency
	<i>n</i> (%)
Cognitive training	2 (28.6)
Education program	2 (28.6)
Driving simulator training	1 (14.3)
On-road driver training	1 (14.3)
Physical training	1 (14.3)
Total	7(100.0)

Table 3. Dependent Variables Measured With Driving Performance

(N=7)

Dependent variables	Measurement	Frequency
		n (%)
Driving performance	Driving simulator	2 (28.6)
On-road driving performance	CT DMV	2 (28.6)
Collision	State-recorded MVC	1 (14.3)
Driving behavior	Driving questionnaire	1 (14.3)
Driving habit risk exposure	Questionnaires	1 (14.3)
Total		7(100.0)

CT DMV: Connecticut Department of Motor Vehicles, MVC: Motor Vehicle Collision

고안된 것으로 작업치료사가 실시한다. 프로그램 내에 포함된 운전 관련 설문지로 중재 전·후 비교를 한 결과 중재 개입이 없었던 대조군에 비해 운전 행동에서 유의한 변화는 관찰되지 않았다.

4) 운전 시뮬레이터 훈련

운전 시뮬레이터 훈련은 운전자가 자동차 실물 크기의 모형 안에서 운전대, 클러치, 가속페달, 기어변속기 등을 조절하며 자동차의 움직임과 운전자 시점에 맞게 스크린에 동시 반영되는 가상 모의운전이다(Kaptein, Theeuwes, & Van Der Horst, 1996). 평가자 의도에 맞게 운전 환경을 임의 변경할 수 있으며 난이도 조절도 가능하기 때문에 조작된 환경에서 안전하게 적용할 수 있다는 장점이 있다(Soderstrom, Pettersson, & Leppert, 2006). 근거 수준 II인 Romoser와 Fisher (2009)의 연구에서는 운전 자별로 20분간 모의 운전을 실시한 뒤 40분간 각자에게 맞는 피드백을 제공하였다. 운전 시뮬레이터가 제공하는 10개의 시나리오는 교차로 같은 시야 밖의 위험 상황도 포함하고 있기 때문에 응시점 추적을 위해 대상자는 안구 추적 기기를 머리에 착용하였다. 전·후평가는 시뮬레이터를 이용한 모의 운전과 대상자 집 주변에서 실제 도로주행을 통해 실시되었다. 평가결과 운전수행은 물론 위험상황 인식, 지각기술, 운전 행동 변화 인식에서 대조군에 비해 유의한 향상을 보였다.

5) 도로주행 훈련

도로주행 훈련은 운전자가 실제 차량에 탑승하여 운전을 수행하며 훈련된 치료사에 의해 지도를 받아 운전자에 맞는 효과적인 운전 방법을 익히는 훈련이다. 미국의

운전재활에서는 일반적으로 운전재활전문가에 의해 코칭을 받는 실제 운전훈련을 포함하고 있다(Golis, 2014). 무작위 임상실험설계 연구로 근거 수준 I인 Marottoli 등(2007b)은 교육 프로그램과 실제 주행 훈련을 결합하여 실시하였고 평가 또한 실제 도로주행으로 진행하였다. 도로주행 훈련은 노인 운전자에게 주로 나타나는 운전 시 오류에 대해 알려주었으며 적절한 운전 자세, 거울 위치, 안전벨트, 시야, 관찰 전략, 속도 조절, 안전거리, 차선변경 그리고 고속도로 주행법 등 전반적인 운전 기술을 포함하였다. 평가결과 도로주행 수행 점수가 유의하게 증가하였으며 운전 중 실수가 36.0% 줄었고, 사고 위험성이 9.5% 감소함을 보였다.

4. 종속변인과 평가방법의 분석

포함연구들에서 운전수행에 관련된 주요 종속변인과 평가도구를 분석하여 제시하였다(Table 3). 운전 시뮬레이터로 운전수행을 평가한 연구가 2편(28.6%), 보조석에서도 브레이크 페달을 조절할 수 있는 차량(Connecticut Department of Motor Vehicles; CT DMV)에 훈련된 평가자가 탑승하여 직접 도로주행 중 운전수행을 평가한 연구가 2편(28.6%)이었다. 나머지 연구들에서는 충돌 사고 기록(state-recorded Motor Vehicle Collision; state-recorded MVC)을 통해 사고 발생률을 보았으며, 설문지를 통해 운전 행동(driving behavior)과 운전 습관(driving habit)을 평가한 논문도 1편씩 있었다.

전체 연구들에 대한 자세한 정보는 저자/연도, 집단별 연구 대상자, 집단별 중재 강도/기간, 종속변인, 평가도구, 결과 순으로 정리하여 제시하였다(Table 4).

Table 4. Summary of Interventions for Driving Performance in Review Studies

Author (yr)	Participants		Intervention		Intervention intensity/ duration	Dependent variables	Measurement	Results
	Experimental	Control	Experimental	Control				
Ball, Edwards, Ross, & McGwin (2010)	• Drivers (<i>n</i> =145+1 75+179)/ age ≥ 65 years	• Drivers (<i>n</i> =409)/ age ≥ 65 years	• ACTIVE (memory, reasoning, or speed-of- processing training)	• No treatment	• Total: 5 weeks • twice a week • 70 mins	• Collision	• State-recorded MVC	• Speed-of-processing and reasoning training resulted in lower rates of at-fault collision involvement than controls • After adjusting for age, gender, race, education, mental status, health, vision, depressive symptoms, and testing site, participants randomized to the speed-of-processing and reasoning interventions had an approximately 50.0% lower rate (per person-mile) of at-fault MVCs than the control group (rate ratio (RR) = 0.57, 95.0% confidence interval (CI) = 0.27~0.92 for reasoning) • No significant difference observed for the memory group
Gaines, Burke, Marx, Wagner, & Parrish (2011)	• Drivers (<i>n</i> =83)/ age ≥ 60 years	• Drivers (<i>n</i> =112)/ age ≥ 60 years	• CarFit program	• No treatment	• 6 months	• Three dimensions (driving activities, comfortable driving, and driving behavior)	• Driving Questionnaire (78 items) developed by the university of Michigan transportation research institute	• Reported driving activities declined for both groups (<i>p</i> =.972) • There was no significant difference between two groups in the reported comfort level in performing driving activities • There was no significant change in the driving behaviors at the six-months follow-up

Table 4. Summary of Interventions for Driving Performance in Review Studies (Cont.)

Author (yr)	Participants		Intervention		Intervention intensity/ duration	Dependent variables	Measurement	Results
	Experimental	Control	Experimental	Control				
Gaspar, Neider, Simons, McCarley, & Kramer (2012)	• Older drivers ($n=20$)	• Older drivers ($n=20$)	• CogniFit senior driver program	• Playing card games on a computer (2 times)	• Total: 8 days • 30 mins	• Driving performance	• Driving simulator	• No differential improvements between two groups on any driving performance measure following training
Jones, Cho, Abendschoen-milani, & Gielen (2011)	• Drivers ($n=33$)/ age ≥ 60 years	• Drivers ($n=25$)/ age ≥ 60 years	• MOVE program	• No treatment	• Total: 4 weeks once a week • 2 hr	• Driving habit risk exposure	• Questionnaires	• Driving experiences at follow-up showed no statistically significant differences between the groups • For driving habits, the only statistically significant difference was found for driving on interstates • Driving habits risk exposure variables between the groups were no differences in changes
Marottoli et al. (2007a)	• Drivers ($n=84$)/ age ≥ 70 years	• Drivers ($n=90$)/ age ≥ 70 years	• A physical conditioning program	• In-home education about safety	• Total: 7 weeks • Everyday • 15 mins • Control monthly	• On-road driving performance • Critical errors • Evaluator rating	• CT DMV	• Least squares mean change in road test scores at 3 months compared to baseline was 2.43 points higher in intervention than control participants ($p=.03$) • Intervention drivers committed 37.0% fewer critical errors ($p=.08$) • No significant differences in evaluator's overall ratings ($p=.29$)

Table 4. Summary of Interventions for Driving Performance in Review Studies (Cont.)

Author (yr)	Participants		Intervention		Intervention intensity/ duration	Dependent variables	Measurement	Results
	Experimental	Control	Experimental	Control				
Martoli et al. (2007b)	• Drivers (<i>n</i> =69)/ age ≥70 years	• Drivers (<i>n</i> =57)/ age ≥70 years	• On road driver training	• Home/envi ronment safety module	• Total: 8 weeks • 8 hr of classroom and 2 hr of on-road instruction	• On-road driving performance • Knowledge	• CT DMV • Knowledge test (AAA driver improvement program)	• The least squares mean change in road test score at 8 weeks relative to baseline was 2.87 points higher in the intervention than in the control group (<i>p</i> =.001) • The least squares mean change in knowledge test score at 8 weeks relative to baseline was 3.45 points higher in the intervention than in the control group (<i>p</i> =.001)
Romoser & Fisher (2009)	• Drivers (<i>n</i> =18)/ age 70~89 years	• Drivers (<i>n</i> =18)/ age 70~89 years	• Active simulator training	• Passive classroom training • No treatment	• Total: 8 weeks • 60 mins	• Driving performance	• Driving simulator evaluation drive	• Active training increased a driver's probability of looking for a threat during a turn by nearly 100.0% in both post training simulator and field drives • Passive training or no training showed no improvement

ACTIVE: Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly, CT DMV: Connecticut Department of Motor Vehicles, MVC: Motor Vehicle Collision

IV. 고 찰

운전은 복잡한 환경 속에서 역동적으로 대응해야 하는 높은 수준의 능력이 요구되는 활동이다. 따라서 노화로 인하여 인지, 시각, 운동 협응, 감각 등이 저하된 노인 운전자의 경우 운전수행에 복합적인 영향을 받아 사고의 위험성을 증가시킨다. 그러므로 노인 운전자를 위한 중재는 다각적인 접근법이 요구된다(Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005). 본 연구에서는 노인 운전자에서 운전수행 향상을 위한 중재방법의 체계적 고찰을 통해 국내 작업치료사들에게 노인 대상 운전재활 중재 서비스의 근거를 마련하고자 하였다. 포함 및 배제기준에 따라 총 7개의 연구를 선정하여 질적 수준, 중재의 사용 빈도, 중재에 따른 결과, 종속 변인과 평가 방법을 분석하였다.

본 연구를 통해 노인 운전자를 대상으로 한 중재방법들은 인지적 훈련, 신체적 훈련, 교육 프로그램, 운전 시뮬레이터 훈련, 그리고 도로주행 훈련 총 5가지 유형으로 분류되었다. 그 중 인지적 훈련과 교육 프로그램의 빈도수가 가장 높았다. 절단환자와 같은 신체 장애인에게는 주로 보상적 접근으로 운전재활 중재가 제공되는 반면, 노인에게는 경도인지손상 등의 퇴행성 인지손상질환이 자주 발생하기 때문에 인지지각적 훈련의 빈도수가 높은 것으로 사료된다(Burger & Marinček, 2013; Carr, Duchek, Meuser, & Morris, 2006; Golize, 2014). 교육 프로그램 중재의 경우 운전수행에 향상을 보인 연구는 없었는데 이는 운전 관련 지식 함양만을 목적으로 하였기 때문에 노인 운전자의 운전수행에 직접적인 영향을 미치기에는 어려움이 있었다. 그러나 교육 프로그램을 통해 노인 운전자는 자신의 운전 특성을 인식하고 안전 운전에 영향을 미치는 요소에 대해 피드백을 받았다. 따라서 교육 프로그램은 운전수행을 통한 중재와 병합하여 실시하였을 때 안전운전에 대한 효과가 더욱 높아질 것이다. 신체적 중재는 운전 작동 장치를 적절히 조절하는 데에 필요한 요소로써 노인 운전자의 운전수행에 효과적인 것으로 나타났다. 신체적 훈련을 할 경우에는 핸들을 조작하는 상지 뿐 아니라 페달을 조작하는 하지의 관절 가동범위, 협응력, 기민성, 근력의 요소를 모두 고려하여야 한다(Marottoli et al., 2007b).

Romoser와 Fisher (2009)는 상황 사진을 보여주며

강의를 실시하거나 중재가 개입되지 않은 두 대조군에 비해 운전 시뮬레이터 훈련 후에 피드백을 제공받은 실험군에서 운전수행의 유의한 향상을 확인하였다. 모의운전 및 실제 도로주행의 두 평가 결과에서 모두 유사한 향상을 보였는데 이는 시뮬레이터를 이용한 모의운전이 실제 운전에도 효과적이라는 것을 보여준다. 하지만 운전 시뮬레이터를 사용한 여러 연구에서 저연령층에 비하여 고연령층이 어지러움, 멀미, 두통, 피로, 메스꺼움 등의 증상으로 인한 중도탈락률이 높아 노인 운전자에게 적용하기에는 어려움이 많다고 보고하였다(Brooks et al., 2010; Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993). 따라서 운전 시뮬레이터를 사용하여 중재와 평가를 실시할 경우 대상자의 연령과 가상현실의 수용성을 고려할 필요가 있다. 마지막으로 도로주행훈련 중재를 실시한 결과 운전수행에 효과적이었으며 운전 중 실수와 사고 위험성을 낮추는 데에도 긍정적 효과를 보였다. 하지만 실제 도로에서는 날씨, 보행자, 갑자기 뛰어드는 다른 차량과 같은 외부적 요인까지 조절하기는 어렵다. 운전자의 안전성을 확보하기 위해서는 보조석에서도 브레이크 페달을 조절할 수 있는 개조된 차량에 훈련된 전문가가 합승하여 직접적인 지도 및 감독 하에 훈련이 실시되어야만 한다.

노인 운전자의 효과적인 운전재활을 위해서는 평가 방법 또한 중요하다. 본 연구 결과 운전수행을 평가하는 방법으로는 운전 시뮬레이터를 통한 모의운전 평가, CT DMV를 이용한 실제 도로 평가, 설문지를 이용한 운전 행동 및 습관 평가가 가장 많았다. 운전수행을 평가하기 위해서는 각각의 측정방법이 갖는 장·단점과 클라이언트의 특성을 고려하여 적절한 평가 방법을 선택해야 한다(Jung & Chang, 2014).

미국의 경우 AOTA의 근거기반적용 프로젝트 팀에 의해 노인 운전자에 대한 직접적 중재, 정책적 중재, 차량 수정 중재, 운전 평가 등 크게 네 분류로 나누어 노인 운전과 지역사회 이동에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다(Arbesman, Lieberman, & Berlanstein, 2014). 그에 반해 국내의 경우 Kim과 Lee (2014)의 연구에서 2000년부터 2014년 5월까지 진행된 국내 운전재활 연구 중 노인을 대상으로 한 논문은 노인 운전능력평가에 대한 연구와 노인의 자가운전에 대한 인식도에 관한 연구뿐이라

고 보고하였다. 2014년 5월 이후로도 노인 운전자의 인 지평가도구, 삶의 질 평가항목 개발 연구 등 운전재활 연구가 이루어지고 있지만 아직까지 국내에서는 국외에 비해 노인 관련 운전재활 연구가 매우 부족한 현실이다 (Hong, Choi, & Lee, 2015; Song, Park, & Lee, 2014). 본 연구에서는 분석 대상 논문이 적어 중재 방법 분류에 대한 충분한 근거를 제시하지 못하였다. 분석 대상 논문을 검색하는 과정에서 연도와 키워드를 제한함으로써 보다 많은 연구를 찾지 못한 제한점을 가진다. 앞으로 노인의 운전수행을 향상시킬 수 있는 훈련 프로그램과 효과적으로 평가할 수 있는 도구를 개발하는 데 힘써야 할 것이다. 또한 국내의 환경과 문화에 맞는 운전재활 중재의 효과에 대한 다양한 임상 연구가 활발히 진행되어야 한다.

V. 결 론

본 연구는 노인 운전자의 운전수행 향상을 위한 운전 재할 중재의 근거를 제시하기 위한 것으로 최근 10년 간 노인 운전자의 운전수행 향상을 위한 중재에 대하여 체계적 고찰 방법을 사용하였다. 중재 종류는 5가지로 분류 되었으며 인지적 훈련과 교육 프로그램의 사용 빈도수가 높았다. 노인의 운전자 수와 교통사고율이 증가하고 있는 것을 고려하였을 때 앞으로 노인에게는 안전한 운전 과 사고 예방을 위한 중재가 더욱 강조될 것이다. 그러므 로 작업치료사는 지역사회 이동의 중요성을 인식하고 국 내 실정에 적합한 중재 방법, 빈도, 기간 등에 대한 연구 가 이루어져야 한다. 전문적인 운전재활 적용을 위해서 는 대상자들의 심리적, 의학적 상태까지 고려해야하기 때문에 보건 의료 지식을 갖춘 작업치료사 중에서도 운 전 전문 지식을 겸비한 운전재활전문가 양성이 필요하다.

References

도로교통공단. (2014). 교통사고 분석 자료집 통권 제28호. 서울, 한국: 도로교통공단.
American Occupational Therapy Association. (2014). Occupational therapy practice framework:

Domain and process (3rd ed.). *American Journal of Occupational Therapy*, 68(Suppl. 1), S1-S48. doi:10.5014/ajot.2014.682006
Anstey, K. J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45-65. doi:10.1016/.cpr.2004.07.008
Arbesman, M., Lieberman, D., & Berlanstein, D. R. (2014). Method for the systematic reviews on occupational therapy and driving and community mobility for older adults. *American Journal of Occupational Therapy*, 68(6), 657-661. doi: 10.5014/ajot.2014.013425
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.
Ball, K., Edwards, J. D., Ross, L. A., & McGwin Jr, G. (2010). Cognitive training decreases motor vehicle collision involvement of older drivers. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2107-2113. doi:10.1111/j.1532-5415.2010.03138.x
Brooks, J. O., Goodenough, R. R., Crisler, M. C., Klein, N. D., Alley, R. L., Koon, B. L., ... Wills, R. F. (2010). Simulator sickness during driving simulation studies. *Accident Analysis and Prevention*, 42(3), 788-796. doi:10.1016/j.aap.2009.04.013
Burger, H., & Marinček, Č. (2013). Driving ability following upper limb amputation. *Prosthetics and Orthotics International*, 37(5), 391-395. doi:10.1177/0309364612473500
Carr, D. B., Duchek, J. M., Meuser, T. M., & Morris, J. C. (2006). Older adult drivers with cognitive impairment. *American Family Physician*, 73(6), 1029-1034.

- Cassavaugh, N. D., & Kramer, A. F. (2009). Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults. *Applied Ergonomics*, 40(5), 943–952. doi:10.1016/j.apergo.2009.02.001
- Charron, C., Hoc, J. M., & Milleville-Pennel, I. (2010). Cognitive control by brain-injured car drivers: An exploratory study. *Ergonomics*, 53(12), 1434–1445. doi:10.1080/00140139.2010.532880
- Classen, S., Shechtman, O., Awadzi, K. D., Joo, Y., & Lanford, D. N. (2010). Traffic violations versus driving errors of older adults: Informing clinical practice. *American Journal of Occupational Therapy*, 64(2), 233–241. doi:10.5014/ajot.64.2.233
- Connell, C. M., Harmon, A., Janevic, M. R., & Kostyniuk, L. P. (2013). Older adults' driving reduction and cessation perspectives of adult children. *Journal of Applied Gerontology*, 32(8), 975–996. doi:10.1177/0733464812448962
- Edwards, J. D., Perkins, M., Ross, L. A., & Reynolds, S. L. (2009). Driving status and three-year mortality among community-dwelling older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(2), 300–305. doi:10.1093/gerona/gln019
- Gaines, J. M., Burke, K. L., Marx, K. A., Wagner, M., & Parrish, J. M. (2011). Enhancing older driver safety: A driving survey and evaluation of the CarFit program. *Journal of Safety Research*, 42(5), 351–358. doi:10.1016/j.jsr.2011.07.007
- Gaspar, J. G., Neider, M. B., Simons, D. J., McCarley, J. S., & Kramer, A. F. (2012). Examining the efficacy of training interventions in improving older driver performance. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 56(1), 144–148. doi: 10.1177/1071181312561007
- Goliszk, K. (2014). Occupational therapy interventions to improve driving performance in older adults: A systematic review. *American Journal of Occupational Therapy*, 68(6), 662–669. doi:10.5014/ajot.2014.011247
- Hong, D. G., Choi, S. Y., & Lee, J. S. (2015). Developing evaluation items for elderly drivers' quality of life: Applying delphi method. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 23(1), 73–84. doi:10.14519/jksot.2015.23.1.06
- Jones, V. C., Cho, J., Abendschoen-Milani, J., & Gielen, A. (2011). Driving habits and risk exposure in older drivers: Lessons learned from the implementation of a self-regulation curriculum. *Traffic Injury Prevention*, 12(5), 468–474. doi:10.1080/15389588.2011.586448
- Jung, N. H., & Chang, M. Y. (2014). A systematic review on driving ability and measurement method of drivers after a traumatic brain injury. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 22(1), 65–78. doi:10.14519/jksot.2014.22.1.06
- Kang, D. H. (2003). The role of occupational therapists in the rehabilitation of drivers with physical disabilities. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 11(2), 135–142.
- Kaptein, N., Theeuwes, J., & Van Der Horst, R. (1996). Driving simulator validity: Some considerations. *Journal of the Transportation Research Board*, 1550(1), 30–36. doi:10.3141/1550-05
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. doi:10.1207/s15327108ijap0303_3
- Kim, B., & Lee, H. (2014). A study of research on related driving rehabilitation. *Journal of The*

- Korean Society of Integrative Medicine*, 2(3), 23–30. doi:10.15268/ksim.2014. 2.3.023
- King, M. D., Meuser, T. M., Berg–Weger, M., Chibnall, J. T., Harmon, A. C., & Yakimo, R. (2011). Decoding the miss daisy syndrome: An examination of subjective responses to mobility change. *Journal of Gerontological Social Work*, 54(1), 29–52. doi:10.1080/01634372.2010.522231
- Lindstrom–Forneri, W., Tuokko, H. A., Garrett, D., & Molnar, F. (2010). Driving as an everyday competence: A model of driving competence and behavior. *Clinical Gerontologist*, 33(4), 283–297. doi:10.1080/07317115.2010.502106
- Marottoli, R. A., Allore, H., Araujo, K. L., Iannone, L. P., Acampora, D., Gottschalk, M., ... Peduzzi, P. (2007a). A randomized trial of a physical conditioning program to enhance the driving performance of older persons. *Journal of General Internal Medicine*, 22(5), 590–597. doi:10.1007/s11606–007–0134–3
- Marottoli, R. A., Van Ness, P. H., Araujo, K. L., Iannone, L. P., Acampora, D., Charpentier, P., & Peduzzi, P. (2007b). A randomized trial of an education program to enhance older driver performance. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(10), 1113–1119.
- Mayhew, D. R., & Simpson, H. M. (2002). The safety value of driver education an training. *Injury Prevention*, 8(suppl 2), ii3–ii8. doi:10.1136/ip.8.suppl_2.ii3
- Odenheimer, G. L. (2006). Driver safety in older adults. The physician's role in assessing driving skills of older patients. *Geriatrics*, 61(10), 14–21.
- Owsley, C., McGwin, G., Phillips, J. M., McNeal, S. F., & Stalvey, B. T. (2004). Impact of an educational program on the safety of high–risk, visually impaired, older drivers. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(3), 222–229. doi:10.1016/j.amepre.2003.12.005
- Ragland, D. R., Satariano, W. A., & MacLeod, K. E. (2005). Driving cessation and increased depressive symptoms. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(3), 399–403. doi:10.1093/gerona/ 60.3.39
- Romoser, M. R., & Fisher, D. L. (2009). The effect of active versus passive training strategies on improving older drivers' scanning in intersections. *Human Factors: Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 51(5), 652–668. doi:10.1177/0018720809352654
- Song, A. Y., Park, M. K., & Lee, J. S. (2014). Meta–analysis on a cognition assessment tool and the prediction of risk factors on older drivers with Mild Cognitive Impairment (MCI). *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 22(2), 47–64. doi:10.14519/jksot. 2014.22.2.04
- Soderstrom, S. T., Pettersson, R. P., & Leppert, J. (2006). Prediction of driving ability after stroke and the effect of behind-the-wheel training. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47(5), 419–429. doi:10.1111/j.1467–9450.2006.00550.x
- Shin, S. G., & Cho, M. S. (2010). A study on traffic accident prevention through older driver's characteristics analysis. *Journal of Korean Public Police and Security Studies*, 7(2), 157–185.
- Shin, J. I. (2011). Perception of occupational therapists on driving rehabilitation. *Journal of the Korea Contents Association*, 11(4), 283–289. doi:10.5392/jkca.2011.11.4.283
- Windsor, T. D., Anstey, K. J., Butterworth, P., Luszcz, M. A., & Andrews, G. R. (2007). The role of perceived control in explaining depressive symptoms associated with driving cessation in a longitudinal study. *Gerontologist*, 47(2), 215–223. doi:10.1093/geront/47.2.215

Abstract

A Systematic Review of Interventions on Driving Performance in Older Drivers

Kim, Moon-Young*, B.H.Sc., O.T., Kim, Yeon-Ju*, B.H.Sc., O.T.,
Lee, Ye-Jin*, M.S., O.T., Park, Hae-Yean**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational therapy, The Graduate School, Yonsei University

**Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Objective: The aim of this study is to investigate the effectiveness of different interventions applied for driving performance of older drivers.

Methods: Previous studies were found from an electronic database(e.g., MEDLINE, Google Scholar) published within a ten-year period from between January 2005 to April 2015. The following key terms were used: 'automobile driving' (MeSH term), 'Aged' (MeSH term), 'Occupational Therapy' (MeSH term) and 'Treatment Outcome' (MeSH term). Seven articles met the inclusion criteria.

Results: The articles reviewed included five Level I evidence articles(71.4%) and two Level II articles(28.6%). Five intervention themes emerged from the research: (1) cognitive training, (2) physical training, (3) education program, (4) simulator training, (5) On-road driver training. Speed-of-processing and reasoning training resulted in lower rates of at-fault collision involvement than controls during cognitive training. Only the education program theme did not show a significant improvement, and the effectiveness increased when carried out in conjunction with on-road driver training. Driving performance was improved through physical training, simulator training, and on-road driver training.

Conclusion: The articles reviewed programs for various types of interventions. It is important for occupational therapy practitioners to provide an appropriate interventions for elderly drivers to improve their driving performance. Therefore, a variety of Korean training programs for driving rehabilitation are expected to be developed.

Key words: Driving rehabilitation, Intervention, Occupational therapy, Older driver, Systematic review