

부상 심각도에 의한 초기 및 후기 고령 운전자 사고 특성 분석

김상수^{1*} · 최보림^{2**} · 정연식^{3***}

Kim, Sangsu^{1*}, Choi, Borim^{2**}, Chung, Younshik^{3***}

Characteristics of Crashes with Early and Late Elderly Drivers by Injury Severity

ABSTRACT

The number and age of elderly drivers are continuously increasing according to the extension of the human lifespan. Therefore, in transportation, efforts are being made to differentiate and manage elderly drivers by age group. This study aims to identify the factors affecting the crash severity of early and late elderly drivers, compared to middle-aged drivers, and to identify the characteristics between these groups. Crash data that occurred on nationwide roads for the past 5 years (2017-2021) was applied. Unlike previous studies, this study only targeted drivers in their 40s and older, when presbyopia begins: middle-aged driver (40-64), early elderly driver (65-74), and late elderly driver (75+). As a result of logistic regression analysis, a total of 18 variables were found to affect serious injuries including fatalities in early and late elderly drivers. Most of these variables appeared to lead to severity more sensitively in the late elderly group. The results of this study are expected to be useful as basic information for establishing traffic safety policies for elderly drivers in the future.

Keywords : Elderly driver, Injury severity, Early elderly driver, Late elderly driver, Crash

초록

인구의 수명 연장에 따라 고령 운전자 수와 연령대는 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 교통에서 고령 운전자의 연령대별 차별화된 관리를 위한 노력이 필요하다. 본 연구의 목적은 비고령 운전자 대비 초기 및 후기 고령 운전자의 부상 심각도에 영향을 미치는 인자들을 파악하여, 이들 그룹 간 특성을 분석하는 것이다. 과거 5년간(2017-2021) 전국 도로에서 발생된 교통사고 자료를 적용하였으며, 기존 연구와 달리, 본 연구에서는 노인 이 시작되는 40대 이후 운전자만을 대상으로 하였으며, 중년 운전자(40-64), 초기 고령 운전자(65-74), 후기 고령 운전자(75+)로 구분하여 분석을 진행하였다. 로지스틱 회귀 분석 결과, 초기 및 후기 고령 운전자의 증상 및 사망사고에 영향을 미치는 변수는 총 18개로 나타났으며, 이들 변수는 대부분 후기 고령 운전자 그룹에서 보다 민감하게 심각도를 형성하는 것으로 나타났다. 연구의 결과는 향후 고령 운전자 교통안전 정책 수립을 위한 기반정보로 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

검색어 : 고령 운전자, 부상 심각도, 초기 고령 운전자, 후기 고령 운전자, 교통사고

1. 서론

2025년에는 전세계적으로 60세 이상 인구가 10억 명이 넘을 것이며, 2050년에는 20억 명에 이를 것으로 전망된다(Etehad et

al., 2015). 통계청 국가통계포털(KOSIS, <https://kosis.kr>)에 의하면 국내 65세 이상 인구의 비율은 2015년 기준 13.0% 대비 2022년 기준 17.9%를 차지하여 증가하는 추세이다. 인구 중 고령자의 비율이 증가함에 따라, 운전면허 소지자도 증가하는 추세이다.

* 정희원 · 영남대학교 도시공학과 박사과정 (Yeungnam University · kss0402z@ynu.ac.kr)

** 영남대학교 도시공학과 석사과정 (Yeungnam University · brc023@yu.ac.kr)

*** 종신회원 · 교신저자 · 영남대학교 도시공학과 부교수 (Corresponding Author · Yeungnam University · tpgist@yu.ac.kr)

Received December 23, 2022/ revised December 26, 2022/ accepted December 27, 2022

통계청 국가통계포털 기반 65세 이상 운전면허 소지자 비율은 2017년 기준 8.8% 대비 2022년 기준 11.9%를 차지한다. 이처럼, 고령 운전면허 소지자가 증가함에 따라 향후 도로에서 고령 운전자는 증가할 것으로 예상되며, 고령 운전자의 교통사고 연관도 증가할 것으로 판단된다.

미국의 경우 미일당 사고율은 고령 운전자가 가장 높은 것으로 나타났다(Massie et al., 1995; McGwin and Brown, 1999). 또한, 고령 운전자의 사고 비율은 시간이 지남에 따라 증가하고 있다(Chandraratna and Stamatiadis, 2003). 고령 운전자의 높은 사고율은 운전 능력을 저하시키는 노화와 관련된 신체적 및 정신적 쇠퇴와 관련되어 있다(Preusser et al., 1998). 이러한 노화는 신체적 건강 저하로 인한 취약성이 증가하여 고령 운전자가 사고에 포함될 때, 심한 부상 및 사망 위험성은 더 높아진다(Zhang et al., 2000; Li et al., 2003; Boufous et al., 2008; Christopher, 2013; Etehad et al., 2015; Amiri et al., 2020). 특히, 75세 이상 고령자의 교통사고 관련 사망 및 부상 비율은 증가하고 있다(Zhang et al., 2000).

교통사고로 인한 고령 운전자의 사망 및 부상을 감소시키기 위해서는 고령 운전자와 관련된 교통사고 위험 인자에 대한 파악과 해석이 필수적이다. 이러한 과정들은 고령 운전자 교통사고 감소 예방수립 뿐만 아니라 심각한 부상 및 사망의 대책 마련에 활용될 것이다. 이러한 배경으로 고령 운전자 교통사고에 대한 연구는 1990년대부터 전세계적으로 진행되어 왔다. 대부분의 연구들은 기술적인 통계(descriptive statistics) 및 회귀 분석 기반 방법론을 적용하여 비교령 운전자와 고령 운전자의 사고 특성을 비교하는 연구가 진행되었다. 또한, 교통사고 전체 혹은 사망사고에 대한 특성 분석이 수행되었다. 사고 특성연구 뿐만 아니라 사고 심각도에 대한 연구도 활발히 진행되었으며, 사고 심각도별 영향을 미치는 인자에 대한 파악이 주로 이루어졌다. 반면, 사고 심각도를 기준으로 후기 고령 운전자를 고려한 연구는 제한적으로 수행되었다.

이러한 배경하에, 본 연구의 목적은 비교령 운전자 대비 초기 및 후기 고령 운전자의 부상 심각도에 영향을 미치는 주요 인자들을 파악하는 것이다. 본 연구는 2017년 1월부터 2021년 12월(과거 5년)까지 전국 도로에서 발생한 교통사고 자료를 활용하였다. 또한, 부상 심각도 별 사고 건수의 비율, 고령 운전자 심각도 특성 등을 고려하여, 부상 심각도의 구분은 사망 및 중상과 기타(즉, 경상 및 부상신고)로 구분하였으며, 그룹간 부상 심각도에 영향을 미치는 인자들의 파악을 위해 로지스틱 회귀 모형을 적용하였다.

2. 선행연구 고찰

2.1 고령 운전자 사고 관련 선행연구 고찰

국외의 경우, Cooper(1990)는 영국에서 발생한 교통사고 자료를 중년(36-50세)과 고령(55세 이상) 운전자로 구분하였고, 판별함수(discriminant function)를 활용하여 사고 특성을 비교하였다. Hakamies-Blomqvist(1993)은 핀란드에서 발생한 사망사고 자료를 청년(26-40세), 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였고, 카이제곱(χ^2) 검정을 활용하여 위험 요인을 분석하였다. Preusser et al. (1998)은 미국 교차로에서 발생한 사망사고 자료를 중년(40-49세)과 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였고, 상대적 사고 위험(relative crash risk)을 정량화하여 비교하였다. Zhang et al. (1998)는 캐나다에서 발생한 사망사고 자료를 청년(16-24세), 중년(25-64세), 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였고, 로지스틱 회귀(logistic regression)를 활용하여 중년 운전자 대비 고령 운전자 사망사고와 관련된 요인의 패턴을 연구하였다. McGwin and Brown(1999)은 미국에서 발생한 교통사고 자료를 청년(16-34세), 중년(35-54세), 고령(55세 이상) 운전자로 구분하였고, 사고 비율(crash rate)을 활용하여 사고 특성을 비교하였다.

Chandraratna and Stamatiadis(2003)는 미국에서 발생한 교통사고 자료를 청년(65세 미만)과 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였고, 로지스틱 회귀를 활용하여 청년 운전자 대비 고령 운전자의 운전 조작(manuevers) 문제점을 분석하였다. Langford and Koppel(2006)은 오스트레일리아에서 발생한 사망사고 자료를 중년(40-55세), 초기 고령(65-75세), 후기 고령(75세 이상) 운전자로 구분하였으며, 사고 비율을 활용하여 고령 운전자의 위험 요인과 노출(exposure) 패턴을 식별하였다. Clarke et al.(2010)는 영국에서 발생한 60세 이상 고령 운전자 교통사고 자료를 활용하였으며, 정량적인 방법으로 사고 원인과 요인을 분석하였다. Koppel et al.(2011)은 호주에서 발생한 교통사고 자료를 중년(41-55세), 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였으며, χ^2 검정을 활용하여 부상 결과를 포함한 고령 운전자 사고의 주요 특징을 식별하였다. Cicchino and McCartt(2015)는 미국에서 발생한 교통사고 자료를 중년(35-54세), 고령(70세 이상) 운전자로 구분하였으며, χ^2 검정을 활용하여 심각한 사고에서 고령 운전자의 오류(error)를 연구하였다.

Zhang et al.(2000)는 캐나다에서 발생한 65세 이상 고령 운전자 교통사고 자료를 활용하였으며, Multivariate unconditional logistic regression을 적용하여 최소부상 대비 사망사고에 미치는 요인을 파악하는 연구를 수행하였다. Khattak et al.(2002)은 미국에서 발생한 65세 이상 고령 운전자 교통사고 자료를 4가지 심각도로 구분하였고, 순서형 프로빗 모형(ordered probit model)을 활용

하여 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. Boufous et al.(2008)는 오스트레일리아에서 발생한 교통사고 자료를 중년(50-64세), 초기 고령(65-79세), 후기 고령(80세 이상) 운전자로 구분하였으며, 다변량 선형 회귀를 활용하여 고령 운전자 부상 심각도에 유의한 변수를 분석하였다. Amiri et al.(2020)은 미국에서 발생한 65세 이상 고령 운전자의 교통사고 자료를 5가지 심각도로 구분하였으며, ANN(Artificial Neural Network) 및 Hybrid Intelligent Genetic Algorithm을 활용하여 고정된 물체와의 사고 심각도를 비교 및 분석하였다. Adanu et al.(2021)는 미국에서 발생한 65세 이상 고령 운전자 교통사고 자료를 3가지 심각도로 구분하였으며, Random logit with heterogeneity in means model을 활용하여 부적절한 차선 변경 조작에 포함된 고령 운전자 사고 심각도에 기여하는 요인을 분석하였다.

국내에서도 고령 운전자에 대한 연구가 수행되었다. Park et al.(2009)는 고속도로에서 발생한 교통사고 자료를 비고령(20-50세), 고령(60세 이상) 운전자로 구분하였으며, 로짓 모형을 활용하여 고령 운전자와 비고령 운전자의 사고 특성을 비교하였다. Park et al.(2010)는 경기도에서 발생한 65세 이상 고령 운전자 교통사고 자료를 5가지 심각도로 구분하였으며, 순서형 프로빗 모형을 활용하여 사고의 유형별 심각도를 분석하였다. Lee et al.(2012)는 대구에서 발생한 교통사고 자료를 비고령(60세 미만), 고령(60세 이상) 운전자로 구분하였으며, 순서형 로짓 모형을 활용하여 사고 심각도에 미치는 영향의 크기를 분석하였다. Jang(2014)은 전라북도에서 발생한 교통사고 자료를 비고령(65세 미만), 고령(65세 이상) 운전자로 구분하였으며, 다수준 분석모형을 활용하여 고령 운전자의 교통사고 피해 심각성을 분석하였다. Oh et al.(2015)는 전국에서 발생한 교통사고 자료를 비고령(55-64세), 초기 고령(65-74세), 후기 고령(75세 이상)으로 구분하였으며, 교차분석을 활용하여 교통사고 특성을 도출하였다. Lee and Gim(2019)은 서울에서 발생한 65세 이상 고령 운전자의 교통사고 자료를 사용하였으며, 지리적 가중회귀모형을 활용하여 사고에 미치는 영향을 파악하였다.

고령 운전자 교통사고와 관련된 연구에서는 주로 기술적인 통계 및 회귀 분석 기반 방법론을 활용하여 사고 특성 및 사고 심각도에 대한 연구가 진행되었다. 사고 특성 연구의 경우 교통사고 전체 혹은 사망사고 자료를 사용하여 비고령 및 고령 운전자의 사고 특성 비교가 이루어졌다. 사고 심각도 연구의 경우 각 심각도별 영향을 미치는 인자에 대한 분석이 수행되었다.

2.2 선행연구와의 차별성

검토한 선행연구를 기반으로 본 연구는 다음과 같은 차별성에 기반하여 연구를 수행한다. 첫째, 비고령 운전자 나이에 대한 구분은

연구마다 다르게 정의되어 있다. 본 연구에서는 Mayo Clinic (www.mayoclinic.org, 2022)에서 제시한 노안 시작 연령 40세를 기준으로 40-64세를 비고령 운전자, 65-74세를 초기 고령 운전자, 75세 이상을 후기 고령 운전자로 정의하여 기존 연구와 차별화를 두었다. 둘째, 사고 심각도 연구에서 후기 고령 운전자를 고려한 연구는 매우 제한적으로 진행되었으나, 본 연구에서는 후기 고령 운전자를 일반 고령 운전자에서 분리하여 검토하였다. 셋째, 심각도 기반 사고 특성 분석에는 주로 사망사고를 기준으로 분석하였으나, 본 연구에서는 부상 심각도 별 사고 빈도의 비율과 경미한 사고에 대한 고령 운전자의 부상 심각도 결과를 고려하여 사망 및 중상사고를 기준으로 분석하였다. 즉, 사망사고는 교통사고 전체 중 빈도가 매우 낮다는 한계점이 있으며, 이를 기반으로 본 연구에서는 고령 운전자의 부상 심각도 결과가 중상 및 사망인 교통사고 자료를 활용하였다. 결과적으로 비고령 운전자 대비 초기 및 후기 고령 운전자의 사고는 사망 및 중상 사고에서 어떻게 다른 특성을 보이는지 파악하고자 하였다.

3. 사고 자료

본 연구는 2017년 1월부터 2021년 12월까지 5년동안 전국 도로에서 발생한 교통사고 자료를 활용하였다. 사고 자료는 도로교통공단 교통사고분석시스템(Traffic Accident Analysis System, TAAS)에서 관리하고 있으며, 경찰·보험사·공제조합 등의 교통사고 자료를 수집, 통합 분석하여 정보를 제공한다. 자료는 (1) 운전자 특성(성별, 운전자 나이, 법규위반), (2) 사고 특성(사고 유형1, 사고 유형2, 차량 유형, 부상 심각도), (3) 도로 특성(사고 위치, 평면선형, 횡단선형), (4) 환경적 특성(사고 발생 시간대, 기상 상태) 총 4가지 특성으로 구분하여 활용하였다. 총 725,842건의 자료를 수집하였으나, 속성 정보 중 기타로 작성되어 정보가 명확하지 않은 자료는 연구에서 제외하였다. 반면, 항목에서 기타의 비중이 너무 큰 경우는 제외하지 않았다. 또한, 차종이 이륜차, 농기계, 건설기계인 경우도 제외하였다. 결과적으로 전체 자료 중 약 77%에 해당하는 557,856건의 교통사고 자료를 활용하였다.

본 연구에서 부상 심각도에 대한 변수는 사망, 중상, 경상, 부상신고1)이며, 중상 이상(사망, 중상)과 경상 이하(경상, 부상신고)로 구분하여 종속변수로 사용하였다. 또한, 비고령 운전자와 고령 운전자의 비교를 위해 40-64세를 비고령 운전자, 65-74세를 초기 고령 운전자, 75세 이상을 후기 고령 운전자로 정의한 후 카테고리

- 1) TAAS 기반 인적피해 구분: 1) 사망: 교통사고 발생시로부터 30일 이내 사망; 2) 중상: 교통사고로 인해 3주 이상의 치료를 요하는 부상; 3) 경상: 교통사고로 인해 5일 이상 3주 미만의 치료를 요하는 부상; 4) 부상신고: 교통사고로 인한 5일 미만의 치료를 요하는 부상

Table 1. Summary of Candidate Variables

| Category | | Variable | Crashes (Rate) | Type | |
|-------------------------------|------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| Driver characteristics | Gender | Male | 423,742 (76.0%) | Dummy | |
| | | Female | 134,114 (24.0%) | Dummy | |
| | Driver age | 40-64 | 447,345 (80.2%) | Dummy | |
| | | 65-74 | 89,315 (16.0%) | Dummy | |
| | | 75+ | 21,196 (3.8%) | Dummy | |
| | Violation type | Right-of-way at intersection | 44,816 (8.0%) | Dummy | |
| | | Pedestrian protection | 23,625 (4.2%) | Dummy | |
| | | Signal | 71,332 (12.8%) | Dummy | |
| | | Following distance | 64,307 (11.5%) | Dummy | |
| | | Safety rule | 328,269 (58.8%) | Dummy | |
| | | Crossing center line | 25,507 (4.6%) | Dummy | |
| Crash characteristics | Crash type 1 | Vehicle-person | 113,744 (20.4%) | Dummy | |
| | | Vehicle-Vehicle | 424,161 (76.0%) | Dummy | |
| | | Vehicle alone | 19,951 (3.6%) | Dummy | |
| | Crash type 2 | Vehicle-to-facility | 7,764 (1.4%) | Dummy | |
| | | Run-off-road | 1,353 (0.2%) | Dummy | |
| | | Overturn | 1,959 (0.4%) | Dummy | |
| | | Head-on | 23,020 (4.1%) | Dummy | |
| | | Rear-end | 97,336 (17.4%) | Dummy | |
| | | Angle | 196,968 (35.3%) | Dummy | |
| | | | Etc | 229,456 (41.1%) | Dummy |
| | Vehicle type | Sedan | 411,887 (73.8%) | Dummy | |
| | | Van | 43,498 (7.8%) | Dummy | |
| | | Truck | 98,647 (17.7%) | Dummy | |
| | | Specially equipped vehicle | 3,824 (0.7%) | Dummy | |
| | Injury severity | Fatality | 8,381 (1.5%) | Dummy | |
| | | Severe injury | 157,700 (28.3%) | Dummy | |
| Minor injury | | 374,368 (67.1%) | Dummy | | |
| Complaints of pain | | 17,407 (3.1%) | Dummy | | |
| Road characteristics | Crash location | Intersection | 287,017 (51.5%) | Dummy | |
| | | Roadway segment | 270,839 (48.5%) | Dummy | |
| | Horizontal curve | Straight | 520,518 (93.3%) | Dummy | |
| | | Curve | 37,338 (6.7%) | Dummy | |
| | Vertical curve | Flat | 491,942 (88.2%) | Dummy | |
| | | Uphill | 31,475 (5.6%) | Dummy | |
| | | Downhill | 34,439 (6.2%) | Dummy | |
| Environmental characteristics | Crash time | Day time | 351,030 (62.9%) | Dummy | |
| | | Night time | 206,826 (37.1%) | Dummy | |
| | Weather | Sunny | 497,836 (89.2%) | Dummy | |
| | | Snowy | 2,974 (0.5%) | Dummy | |
| | | Rainy | 37,834 (6.8%) | Dummy | |
| | | Foggy | 602 (0.1%) | Dummy | |
| | | Cloudy | 18,610 (3.3%) | Dummy | |

Table 2. Logistic Regression Model Results

| Variable | 40-64 vs. 65-74 | | 40-64 vs. 75+ | |
|--------------------------------------|-----------------|---------|---------------|---------|
| | Odds Ratio | P-value | Odds Ratio | P-value |
| Gender: Male | 1.03 | 0.001 | 1.05 | 0.004 |
| Violation type: Following distance | 0.92 | 0.003 | 0.86 | 0.008 |
| Violation type: Crossing center line | 1.13 | 0.000 | 1.21 | 0.001 |
| Crash type 1: Vehicle alone | 1.22 | 0.000 | 1.93 | 0.000 |
| Crash type 2: Vehicle-to-facility | 1.37 | 0.000 | 2.02 | 0.000 |
| Crash type 2: Run-off-road | 1.32 | 0.041 | 1.49 | 0.064 |
| Crash type 2: Overturn | - | - | 1.74 | 0.014 |
| Crash type 2: Head-on | 1.22 | 0.000 | 1.39 | 0.000 |
| Crash type 2: Rear-end | 1.09 | 0.000 | 1.19 | 0.000 |
| Vehicle type: Truck | 1.13 | 0.000 | 1.16 | 0.000 |
| Crash location: Roadway segment | 1.06 | 0.000 | 1.11 | 0.000 |
| Horizontal curve: Curve | 1.09 | 0.004 | 1.19 | 0.001 |
| Vertical curve: Downhill | 1.08 | 0.012 | 1.24 | 0.000 |
| Vertical curve: Uphill | 1.07 | 0.035 | - | - |
| Crash time: Night time | 1.09 | 0.000 | 1.10 | 0.007 |
| Weather: Cloudy | 1.16 | 0.000 | 1.26 | 0.005 |
| Weather: Rainy | 1.09 | 0.007 | - | - |
| Weather: Snowy | - | - | 2.22 | 0.002 |

변수(categorical variable)로 활용하였다. 나머지 변수들도 카테고리 변수이며, 모두 더미변수(dummy variable)로 분석하였다. Table 1은 연구에 활용된 후보 변수들의 분류와 정의를 나타낸 것이다.

4. 로지스틱 회귀 모형 결과

로지스틱 회귀는 이산형(discrete)의 종속변수(dependent variable)와 설명변수(explanatory variable) 사이의 관계를 설명하는 모형이다(Washington et al., 2020). 특히, 종속변수가 2개의 값을 가지는 분석에는 로지스틱 회귀 모형이 가장 많이 활용된다(Hosmer Jr et al., 2013). 본 연구에서도 종속변수를 중상 이상, 경상 이하 2개로 구분하여 사용하였으므로 로지스틱 회귀 모형이 가장 적합하다고 판단하였다. Table 2는 로지스틱 회귀 모형으로 추정된 결과를 나타낸 것이다. 모형의 해석을 위해 비고령 운전자 대비 초기 및 후기 고령 운전자의 OR (Odds Ratio) 및 p 값을 제시하였다. p 값은 도로이탈 사고(0.064)를 제외하고 모두 5% 미만인 변수만을 포함시킨 것이다. 결과적으로, 초기 및 후기 고령 운전자 부상 심각도에 공통적으로 유의한 변수는 총 14개였으며, 개별적으로 유의하게 나타난 변수는 총 4개로 도출되었다. 또한,

전반적으로 후기 고령 운전자의 OR이 초기 고령 운전자의 OR에 비해 높게 나타났다.

운전자 특성에서는 성별(남성), 범규위반(안전거리 미확보, 중앙선 침범), 사고 특성에는 사고 유형1(차량단독), 사고 유형2(공작물충돌, 도로이탈, 전도 및 전복, 정면충돌, 추돌), 차량 유형(화물차)이, 도로 특성에는 사고 위치(단일로), 평면선형(곡선), 횡단선형(내리막, 오르막)이, 환경적 특성에서는 사고 발생 시간대(야간), 기상 상태(흐림, 비, 눈)가 고령 운전자의 중상 및 사망사고에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4.1 운전자 특성

남성 사고의 OR은 각각 1.03, 1.05로 추정되었다. 운전자가 남성인 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 중상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.03배 높았으며, 후기 고령 운전자는 중상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.05배 높은 것으로 나타났다. 이는 고령 남성 운전자가 여성 운전자에 비해 과속을 하기 때문인 것으로 판단된다. 안전거리 미확보 사고의 OR은 각각 0.92, 0.86로 추정되었다. 안전거리 미확보 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 중상 및 사망사고가 발생할 확률은 8% 낮았으며, 후기 고령 운전자는 중상 및 사망사고가 발생할 확률이 14%

낮은 것으로 나타났다. 고령 운전자는 주로 저속으로 운전하여 앞 차량과 충분한 거리가 확보되기 때문인 것으로 판단된다. 중앙선 침범 사고의 OR은 각각 1.13, 1.21로 추정되었다. 중앙선 침범 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.13배 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.21배 높게 나타났다. 고령 운전자는 시야 및 위험 상황에 대한 인지 오류로 인해 중앙선 침범 사고가 발생하여 증상 및 사망 확률이 높은 것으로 해석된다.

4.2 사고 특성

차량단독 사고의 OR은 각각 1.22, 1.93, 공작물충돌 사고의 OR은 각각 1.37, 2.02, 도로이탈 사고의 OR은 각각 1.32, 1.49, 전도 및 전복 사고는 후기 고령 운전자 사고에 유의하였으며, OR은 1.74로 추정되었다. 차량단독 사고, 공작물충돌 사고, 도로이탈 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.22배 이상 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.49배 이상 높은 것으로 나타났다. 전도 및 전복 사고의 경우 비고령 운전자 대비 후기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.74배 높게 나타났다. 고령 운전자의 경우 인지 및 판단 능력이 일반인에 비해 낮기 때문에 단독사고에 연루되었으며, 사고가 난 직후 감속을 제대로 못하여 공작물충돌, 도로이탈로 인해 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 높은 것으로 판단된다. 전도 및 전복 사고의 경우 탑승자의 행동에 제약이 발생하고 대처능력이 감소하여(Kang et al., 2019) 증상 및 사망 확률이 높은 것으로 해석할 수 있다.

정면충돌 사고의 OR은 각각 1.22, 1.39, 추돌 사고의 OR은 각각 1.09, 1.19로 추정되었다. 정면충돌 및 추돌 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.09배 이상 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.19배 이상 높은 것으로 나타났다. 정면충돌 사고의 경우 중앙선 침범으로 인해 사고가 발생되었으며, 추돌 사고의 경우 교통상황을 인지하기 위한 시간이 오래 걸리며, 반응속도 저하로 인해 감속을 제대로 못했기 때문인 것으로 판단된다. 화물차 사고의 OR은 각각 1.13, 1.16로 추정되었다. 화물차 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.13배 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.16배 높은 것으로 나타났다. 화물차의 경우 일반 승용차에 비해 차체가 크기 때문에 사고에 포함될 경우 증상 및 사망이 발생할 확률이 높은 것으로 판단된다.

4.3 도로 특성

단일로에서 발생한 사고의 OR은 각각 1.06, 1.11으로 추정되었

다. 단일로 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.06배 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.11배 높은 것으로 나타났다. 이전 연구들(Preusser et al., 1998; Zhang et al., 1998; McGwin and Brown, 1999; Zhang et al., 2000; Langford and Koppel, 2006; Boufous et al., 2008; Clarke et al., 2010; Cicchino and McCartt, 2015; Oh et al., 2015; Lee and Gim, 2019)의 결과와는 달리 본 연구에서 교차로 사고는 유의하지 않게 나타났다. 단일로의 경우 교차로에 비해 과속할 가능성이 높으며, 이에 따라 증상 및 사망할 확률이 높은 것으로 해석할 수 있다. 곡선 구간에서 발생한 사고의 OR은 각각 1.09, 1.19, 내리막 구간에서 발생한 사고의 OR은 각각 1.08, 1.24, 오르막 구간에서 발생한 사고는 초기 고령 운전자 사고에 유의하였으며, OR은 1.07으로 추정되었다. 곡선 구간, 내리막 구간, 오르막 구간 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.07배 이상 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.19배 이상 높은 것으로 나타났다. 고령 운전자는 변화하는 교통 환경에 대한 상황인식 및 대처능력이 미흡하기(Park et al., 2010) 때문인 것으로 해석된다.

4.4 환경적 특성

야간에 발생한 사고의 OR은 각각 1.09, 1.10로 추정되었다. 야간에 발생한 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.09배 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.10배 높게 나타났다. 야간에 발생한 사고에서 고령 운전자는 시야 능력 감소로 인해 도로 옆에 있는 물체를 인지하지 못하고, 감속하지 않고 충돌했기(Amiri et al., 2020) 때문인 것으로 해석할 수 있다. 흐린 날씨에 발생한 사고의 OR은 각각 1.16, 1.26, 비가 오는 날에 발생한 사고는 초기 고령 운전자 사고에 유의하였으며 OR은 1.09, 눈이 오는 날에 발생한 사고는 후기 고령 운전자 사고에 유의하여 OR은 2.22로 추정되었다. 흐린 날씨에 발생한 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 1.16배 높았으며, 후기 고령 운전자는 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.26배 높은 것으로 나타났다. 비가 오는 날에 발생한 사고의 경우 비고령 운전자 대비 초기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률이 1.09배 높았으며, 눈이 오는 날에 발생한 사고의 경우 비고령 운전자 대비 후기 고령 운전자의 증상 및 사망사고가 발생할 확률은 2.22배 높은 것으로 나타났다. 특히, 눈이 오는 날은 후기 고령 운전자에게 가장 취약했으며, 시력이 감소한 고령 운전자의 시야(visibility)를 상당히 감소시킬 수 있기(Zhang et al., 2000) 때문인 것으로 해석된다.

5. 결론

본 연구는 로지스틱 회귀 모형을 적용하여 부상 심각도를 기준으로 비고령 운전자 대비 초기 고령 및 후기 고령 운전자의 사고 특성을 분석하고자 하였다. 분석 결과 총 18개의 변수가 고령 운전자 부상 심각도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 남성 운전자, 중앙선 침범 사고, 차량단독 사고, 공작물충돌 사고, 도로이탈 사고, 전도 및 전복 사고, 정면충돌 사고, 추돌 사고, 화물차 사고, 단일로에서 발생한 사고, 곡선 구간에서 발생한 사고, 내리막 구간에서 발생한 사고, 오르막 구간에서 발생한 사고, 야간에 발생한 사고, 흐린 날씨에 발생한 사고, 비가 오는 날에 발생한 사고, 눈이 오는 날에 발생한 사고는 고령 운전자의 증상 및 사망사고 발생 확률을 증가시키는 요인으로 나타났다. 반면, 안전거리 미확보 사고는 고령 운전자의 증상 및 사망사고 발생 확률을 감소시키는 요인으로 나타났다.


본 연구는 기존 연구와 다르게 부상 심각도를 사망 및 중상과 기타(경상 및 부상사고)로 구분하였으며, 비고령 운전자 대비 초기 및 후기 고령 운전자의 부상 심각도에 영향을 미치는 인자를 파악하고자 하였다. 따라서 본 연구의 결과는 고령 운전자의 교통안전 대응 전략 수립과 교통안전 시설물 도입 등의 정책을 수립하는 과정에서 유용한 기반 정보로 활용될 것으로 기대된다. 특히, 수명이 증가하고, 전체 인구에서 고령 운전자 계층의 비율이 증가하고 있는 시점에서 본 연구의 결과는 고령 운전자의 운전 면허 운영 및 관리 제도에 매우 유용하게 활용될 것으로 기대된다.


한편, 본 연구는 대물피해(Property Damage Only, PDO) 자료의 수집 한계로 인해 부상 이상의 자료만을 분석에 활용하였다. 따라서 결과에 대한 해석에서는 다소 한계가 존재할 수 있다. 또한, 초기 고령 운전자와 후기 고령 운전자의 구분을 75세로 정의하여 분석에 활용하였으나, 75세가 아닌 70세 혹은 80세 등과 같은 다른 연령층을 기반으로 후기 고령 운전자를 구분하여 분석하는 것도 필요하다. 즉, 향후 교통사고 심각도를 기준으로 정확하게 초기 및 후기 고령 운전자가 구분되는 연령대를 파악하는 연구가 진행되길 기대한다.


감사의 글

이 논문은 2022년도 경찰청의 재원으로 지원받아 수행된 연구결과임 [과제명: 조건부 운전면허제도 개선을 위한 운전능력 평가 시스템/연구개발과제번호: PR09-02-000-22].

ORCID

Sangsu Kim  <http://orcid.org/0000-0002-1130-2018>

Borim Choi  <http://orcid.org/0009-0004-0057-3172>

Younshik Chung  <http://orcid.org/0000-0002-6855-9340>

References

- Adanu, E. K., Lidbe, A., Tedla, E. and Jones, S. (2021). "Factors associated with driver injury severity of lane changing crashes involving younger and older drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 149, 105867, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105867>.
- Amiri, A. M., Sadri, A., Nadimi, N. and Shams, M. (2020). "A comparison between Artificial Neural Network and Hybrid Intelligent Genetic Algorithm in predicting the severity of fixed object crashes among elderly drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 138, 105468, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105468>.
- Boufous, S., Finch, C., Hayen, A. and Williamson, A. (2008). "The impact of environmental, vehicle and driver characteristics on injury severity in older drivers hospitalized as a result of a traffic crash." *Journal of Safety Research*, Elsevier, Vol. 39, No. 1, pp. 65-72, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.10.010>.
- Chandraratna, S. and Stamatidis, N. (2003). "Problem driving maneuvers of elderly drivers." *Journal of the Transportation Research Record*, TRR, Vol. 1843, No. 1, pp. 89-95, <https://doi.org/10.3141/1843-11>.
- Christopher, G. (2013). "The licensing and safety of older drivers in Britain." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 50, pp. 732-741, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.027>.
- Cicchino, J. B. and McCart, A. T. (2015). "Critical older driver errors in a national sample of serious U.S. crashes." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 80, pp. 211-219, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.04.015>.
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C. and Truman, W. (2010). "Older drivers' road traffic crashes in the UK." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 42, No. 4, pp. 1018-1024, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.005>.
- Cooper, P. J. (1990). "Differences in accident characteristics among elderly drivers and between elderly and middle-aged drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 22, No. 5, pp. 499-508, [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(90\)90044-L](https://doi.org/10.1016/0001-4575(90)90044-L).
- Etehad, H., Yousefzadeh-Chabok, S., Davoudi-Kiakalaye, A., Moghadam, D. A., Hemati, H. and Mohtasham-Amiri, Z. (2015). "Impact of road traffic accidents on the elderly." *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Elsevier, Vol. 61, No. 3, pp. 489-493, <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.08.008>.
- Hakamies-Blomqvist, L. E. (1993). "Fatal accidents of older drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 25, No. 1, pp. 19-27, [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(93\)90093-C](https://doi.org/10.1016/0001-4575(93)90093-C).
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S. and Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, <https://doi.org/10.1002/9781118548387>.

- Jang, T. Y. (2014). "Traffic accident damage severity of old age drivers by multilevel analysis model." *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, KSCE, Vol. 34, No. 2, pp. 561-571, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.2.0561> (in Korean).
- Kang, C., Chung, Y. and Chang, Y. J. (2019). "Injury severity analysis of truck-involved crashes on Korean freeway systems using an ordered probit model." *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, KSCE, Vol. 39, No. 3, pp. 391-398, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2019.39.3.0391> (in Korean).
- Khattak, A. J., Pawlovich, M. D., Souleyrette, R. R. and Hallmark, S. L. (2002). "Factors related to more severe older driver traffic crash injuries." *Journal of Transportation Engineering*, ASCE, Vol. 128, No. 3, pp. 243-249, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2002\)128:3\(243\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2002)128:3(243)).
- Koppel, S., Bohensky, M., Langford, J. and Taranto, D. (2011). "Older drivers, crashes and injuries." *Traffic Injury Prevention*, Taylor & Francis, Vol. 12, No. 5, pp. 459-467, <https://doi.org/10.1080/15389588.2011.580802>.
- Korean Statistical Information Service(KOSIS) (2022). *Korean Statistical Information Service*, Available at: <https://kosis.kr/> (Accessed: December 2, 2022) (in Korean).
- Langford, J. and Koppel, S. (2006). "Epidemiology of older driver crashes-identifying older driver risk factors 11 and exposure patterns." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Elsevier, Vol. 9, No. 5, pp. 309-321, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.03.005>.
- Lee, J. and Gim, T.-H. T. (2019). "Examining the characteristics of traffic accidents involving elderly drivers in Seoul, South Korea." *The Korea Spatial Planning Review*, KRIHS, Vol. 102, pp. 19-34, <https://doi.org/10.15793/kspr.2019.102..002> (in Korean).
- Lee, S. H., Jeung, W. D. and Woo, Y. H. (2012). "Comparative analysis of elderly's and non-elderly's human traffic accident severity." *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, KITS, Vol. 11, No. 6, pp. 133-144 (in Korean).
- Li, G., Braver, E. R. and Chen, L.-H. (2003). "Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 35, No. 2, pp. 227-235, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00107-5](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00107-5).
- Massie, D. L., Campbell, K. L. and Williams, A. F. (1995). "Traffic accident involvement rates by driver age and gender." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 27, No. 1, pp. 73-87, [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)00050-V](https://doi.org/10.1016/0001-4575(94)00050-V).
- Mayo Clinic (2022). *Presbyopia*, Available at: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/presbyopia/symptoms-causes/syc-20363328> (Accessed: December 2, 2022).
- McGwin G. Jr. and Brown, D. B. (1999). "Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 31, No. 3, pp. 181-198, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(98\)00061-X](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(98)00061-X).
- Oh, J.-S., Lee, E.-Y., Ryu, J.-B. and Lee, W.-Y. (2015). "An analysis for main vulnerable situations and human errors of elderly drivers' traffic accidents." *Journal of Transport Research*, KOTI, Vol. 22, No. 4, pp. 57-75, <https://doi.org/10.34143/jtr.2015.22.4.57> (in Korean).
- Park, J.-T., Kim, Y.-S. and Lee, S.-B. (2009). "The analysis of older driver's traffic accident characteristic at express-way using logit model." *International Journal of Highway Engineering*, KSRE, Vol. 11, No. 4, pp. 1-7 (in Korean).
- Park, J., Ko, J. and Lee, S. (2010). "Developing older driver's accident injury severity model for accident type: An application of ordered probit model." *Journal of Transport Research*, KOTI, Vol. 17, No. 4, pp. 85-94, <https://doi.org/10.34143/jtr.2010.17.4.85> (in Korean).
- Preusser, D. F., Williams, A. F., Ferguson, S. A., Ulmer, R. G. and Weinstein, H. B. (1998). "Fatal crash risk for older drivers at intersections." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 30, No. 2, pp. 151-159, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(97\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(97)00090-0).
- Washington, S., Karlaftis, M., Mannering, F. and Anastasopoulos, P. (2020). *Statistical and econometric methods for transportation data analysis*. Chapman & Hall/CRC, 3rd edition.
- Zhang, J., Fraser, S., Lindsay, J., Clarke, K. and Mao, Y. (1998). "Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes: Focus on young and elderly drivers." *Public health*, Elsevier, Vol. 112, No. 5, pp. 289-295, <https://doi.org/10.1038/sj.ph.1900485>.
- Zhang, J., Lindsay, J., Clarke, K., Robbins, G. and Mao, Y. (2000). "Factors affecting the severity of motor vehicle traffic crashes involving elderly drivers in Ontario." *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 32, No. 1, pp. 117-125, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00039-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00039-1).