

자동긴급제동장치의 고령운전자 추돌사고 감소 효과 추정

Estimation of Road Crash Reduction by Installing Automatic Emergency Braking Systems for Elderly Drivers

한 상 진* · 김 은 우** · 장 호 석*** · 주 종 완****

* 주저자 : 서울대학교 환경계획학과 교통학 전공 교수
 ** 교신저자 : 서울대학교 환경계획학과 교통학 전공 석사과정
 *** 공저자 : 삼성화재 교통안전문화연구소 책임연구원
 **** 공저자 : 국토교통부 공항정책관

Sangjin Han* · Eunwoo Kim** · Hyoseok Jang*** · Jongwan Joo****

* Dept of Environmental Planning, Seoul National University
 ** Dept of Environmental Planning, Seoul National University
 *** Samsung Traffic Safety Research Institute
 **** Ministry of Land and Transport

† Corresponding author : Eunwoo Kim, eunnu25@snu.ac.kr

Vol. 22 No.1(2023)
 February, 2023
 pp.161~171

pISSN 1738-0774
 eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.1.161>

Received 21 November 2022
 Revised 1 December 2022
 Accepted 25 December 2022

© 2023. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

고령 운전자는 다른 연령대에 비해 사망사고 유발 가능성이 높다. 2021년 교통사고 통계에 따르면 고령 운전자 1만 명당 유발한 사망자수가 1.77로 30대 운전자 0.55에 비해 2.67배 높다. 본 연구는 자동긴급제동장치(Automatic Emergency Braking System, AEBS) 설치로 고령 운전자의 추돌사고 유발 가능성을 얼마나 낮출 수 있는지 파악하기 위해 시도되었다. 이를 위해 자동차보험 데이터를 활용하여 자동긴급제동장치가 장착한 차량이 그렇지 않은 차량에 비해 얼마나 추돌사고 발생률이 낮은지 통계적 기법으로 분석하였다. 그 결과 자동긴급제동장치를 장착한 차량과 그렇지 않은 차량의 교통사고 유발 오즈비가 0.75에 그쳐 사고감소 효과가 분명히 있는 것으로 나타났다. 성별로는 남성 운전자가 0.78로 여성 운전자 0.81에 비해 사고감소 효과가 컸다. 연령별로는 65세 이상의 오즈비가 0.76으로 분석되어 교통사고 감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 남성 고령운전자가 0.49로 감소효과가 가장 높았다. 향후 고령운전자를 대상으로 자동긴급제동장치 장착 차량을 운전할 경우 보험료 할인 등 혜택을 부여한다면 추돌사고를 예방하는데 도움이 될 것으로 보인다.

핵심어 : 자동긴급제동장치, 고령운전자, 오즈비, 추돌사고

ABSTRACT

It is largely agreed that elderly drivers (over 64 years) are more likely to cause fatal crashes than other age groups. According to national road crash statistics 2021, the number of road fatalities per 10,000 drivers over 64 years old was 1.77, while that of drivers in their 30s was 0.55. This indicates a 2.67 times higher probability of causing crashes among the former than the latter. The current study estimates how rear-end crashes may be reduced by installing Automatic Emergency Braking Systems (AEBS), particularly for elderly drivers. We analyzed data from Samsung Fire & Marine Insurance. The results show that the Odds Ratio of rear-end crash occurrence between vehicles with AEBS and without AEBS is 0.75, implying there were lesser rear-end crashes in the vehicles installed with

AEBS. The Odds Ratio of male drivers was determined to be 0.78, which was lesser than the 0.81 Odds Ratio obtained for female drivers. Elderly drivers who had installed AEBS in their vehicles showed an Odds Ratio of 0.76, implying crash reduction. In particular, the Odds Ratio of male elderly drivers was found to be the lowest at 0.49. We believe incentivizing by giving discounted insurance premiums to the elderly who drive vehicles installed with AEBS will help reduce rear-end crashes.

Key words : Automatic Emergency Braking System, Elderly drivers, Odds ratio, Rear-end crashes

I. 서론

교통사고분석시스템(Traffic Accident Analysis System, TAAS)에서 제공하는 교통사고통계에 따르면 고령 인구의 지속적인 증가로 전체 교통사고 사망자 중에서 고령자가 차지하는 비중은 2010년 31.8%에서 2021년 44.4%로 크게 높아졌다. 고령 인구의 교통사고로 인한 피해도 모든 연령대 중에서 가장 높다. 고령자의 인구 10만 명당 사망자 수는 18.97명으로 전 연령대에서 가장 높으며 이는 30대보다 6배나 높은 수준이다. 또한 고령자가 유발하는 교통사고도 늘어나고 있는 추세이다. 2017년 26,713건에서 2021년 31,841건으로 19.4% 증가하였다. 운전면허를 소지한 고령 인구는 앞으로도 빠르게 늘어날 전망이다. 베이비 부머 세대가 빠르게 고령자로 편입되고 있기 때문이다. 이는 고령 운전자 안전대책이 어느 때보다 중요함을 의미한다.

이에 2019년 정부는 경찰청, 행정안전부, 국토교통부 등 정부기관과 대한노인협회 등 민간기구가 참여하는 <고령운전자 안전 대책협의회>를 만들고 고령 운전자가 야기하는 교통사고 사망자수를 줄이고 고령자의 교통사고 피해도 줄이기 위해 <고령자 교통안전 종합대책>을 발표하였다. 여기에는 조건부 면허 제도가 핵심정책으로 포함된다. 조건부 면허는 운전면허 적성검사에서 면허가 취소된 고령자도 일상생활을 위해 운전 면허가 필요한 경우 특정 조건에서는 운전을 허용하는 제도이다(Han et al., 2020). 조건부 면허의 특정 조건에는 운전가능 시간대와 운전가능 거리, 그리고 첨단운전자지원시스템(Advanced Drivers Assistance Systems, ADAS)과 같이 특별한 차량용 안전장치를 설치하는 것 등이 포함될 수 있다.

본 연구는 자동긴급제동장치(Automatic Emergency Braking System, AEBS) 설치로 고령자가 유발하는 추돌 사고를 얼마나 예방할 수 있는지 분석하는 것을 목적으로 한다. 추돌사고는 고령 운전자가 빈번히 유발하는 사고 중 하나이며 자동긴급제동장치는 일반적으로 추돌사고를 예방하는 데 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 분석을 위해 국내 자동차 보험회사에 등록된 차량 및 운전자 정보와 1년 동안의 추돌사고 데이터를 활용한다. 특히 의학분야에서 많이 활용되는 오즈(승산) 오즈비(승산비)를 이용하여 연령대별로 자동긴급제동장치를 장착한 운전자가 사고 경험이 더 낮은지를 확인하고자 한다.

II. 기존 문헌 고찰

1. 고령자 교통사고 특징

교통사고분석시스템 자료를 분석하면 고령 운전자가 다른 연령대에 비해 특히 사망사고 유발 가능성이 높은 것으로 나타났다. 운전면허 소지자수 1만 명당 사망자 수가 65세 이상 고령자의 경우 1.77로 가장 높다.

이는 20세 이하 1.47보다 다소 높은 수준이나 30대 0.55에 비해 2.67배나 높은 수준이다. 이에 비해 운전면허 소지자 1만 명당 사고건수는 20세 이하의 120.76보다 훨씬 낮은 79.27로 나타났다. 다만 이 또한 다른 연령대 보다는 높은 수준이다. 아래 <Table 1>은 TAAS의 2021년 데이터를 사용하여 운전자 1만 명당 사망 사고건수와 사망자수를 나타내고 있다.

<Table 1> The number of crashes and fatalities per 10,000 drivers

Age	2021				
	Number Of Crashes	Number Of Fatalities	Number Of Driver License Holder	Crashes Per 10,000 Drivers	Fatalities Per 10,000 Drivers
Under 21	6,960	85	576,351	120.76	1.47
21-30	29,076	360	5,244,121	55.44	0.69
31-40	30,304	350	6,408,891	47.28	0.55
41-50	36,480	494	7,630,885	47.81	0.65
51-60	46,938	639	7,372,887	63.66	0.87
61-64	18,578	278	2,480,132	74.91	1.12
Older Than 64	31,841	709	4,016,538	79.27	1.77

고령운전자가 유발한 교통사고 특징을 살펴보면 차대차 사고와 차량 단독사고가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 차대차 사고 중에서는 중앙선 침범 등의 이유로 발생하는 정면충돌, 교차로에서 직진 혹은 좌회전 신호위반이나 판단오류 등으로 발생하는 직각충돌, 그리고 단일로 구간에서 느린 인지반응시간으로 발생하는 추돌사고가 많은 것으로 보인다. 가령 Park et al.(2010)은 경기도에서 발생한 교통사고자료를 기반으로 고령자의 사고 특징을 프로빗 모형으로 분석한 결과 정면충돌, 직각충돌, 추돌사고의 발생 가능성이 고령자일 수록 높은 것으로 나타났다. Lee et al.(2005)는 고령운전자의 정보처리와 주의능력이 떨어지기 때문에 교차로 사고가 높다고 주장하였고 Sin et al.(1998)에서는 고령운전자의 경우 주시 빈도는 적고 주시시간은 길어지는 특징이 발견되며 이는 위험상황에 대한 인지반응시간이 길어지는 원인이 된다고 정리하였다. Lee et al.(2015)는 2013년 기준 고령운전자가 유발한 차대차 사고 가운데 측면 충돌사고가 33.2%로 가장 많고 추돌사고가 2,567건으로 15.1%를 차지한다고 제시하였다. Jeong et al.(2010)의 연구에서도 2008년 기준 고령운전자의 차대차 유형별 사고 중 직각측면충돌의 비율이 56.7%이며 추돌 사고 비율은 28.1%를 차지한다고 분석하였다.

선행연구들을 검토한 결과 추돌사고는 고령자가 유발하는 가장 심각한 교통사고 유형은 아니지만 고령자 차대차 사고에서 두 번째로 중요한 사고유형임을 파악할 수 있다. 2021년 기준으로도 고령운전자는 4,032건의 추돌사고를 유발하였으며 이로 인해 78명이 사망하고 6,988명이 부상을 당했다.

2. 첨단운전자지원시스템의 효과

교통사고를 예방하거나 교통사고 발생 시 이로 인한 사상자 수를 감소시키기 위한 안전한 차량 개발에서도 각종 센서나 통신기술 등의 첨단 정보통신 기술의 융합이 확대되고 있으며 그 결과 첨단운전자지원시스템(Advanced Drivers Assistance Systems, ADAS)이 보편화 되고 있다. 첨단운전자지원시스템 기술에는 전방의 차량과 보행자 등의 움직임을 인식하여 충돌 이전에 제동장치를 작동시켜 사고를 방지하는 자동긴급제동장치(Automatic Emergency Braking System, AEB), 전방 차량과의 충돌 위험 시 운전자에게 경고하는 전방충돌경보장치(Forward Collision Warning System, FCWS), 차선이탈을 방지하기 위한 차로유지지원장치(Lane Keeping

Assist System, LKAS), 차로 변경 시 사각지대 차량과의 충돌 위험을 경고해주는 사각지대경고시스템 (Blind-Spot Warning System, BSWS) 등이 대표적이다.

이 중 자동긴급제동장치는 추돌사고 사고 감소 효과가 가장 크다고 알려져 있다. 선행연구를 살펴보면 Lee et al.(2019a)는 메타분석을 통해 동일한 차량 모델일지라도 자동긴급제동장치를 장착한 차량들의 사고발생 비율이 10~17% 가량 적게 나타난다고 분석하였다. Lee et al.(2019b)는 한국심층사고연구(KIDAS) 데이터베이스를 이용하여 자동긴급제동장치는 심각한 사고에서 최대 25%의 감소 효과가 있는 것으로 분석하였다. 국외 연구 중 Wei et al.(2022)는 자동긴급제동장치로 운전자가 브레이크를 밟지 않아 발생한 추돌 사고의 86%를 예방할 수 있다고 분석하였다. Masello et al.(2022)는 자동긴급제동장치가 첨단운전자지원시스템 세부 기술 중 사고 감소에 가장 큰 효과가 있으며 추돌 사고의 27.7%를 예방한다고 분석하였다. Teoh(2021)에 따르면 자동긴급제동장치는 승용차뿐 아니라 대형 트럭의 사고율 감소에도 효과가 있으며 실제 사고 데이터 분석을 통해 대형 트럭이 관련된 추돌 사고를 43% 감소시킬 수 있다고 제시하였다. Cicchino(2016)는 자동긴급제동장치와 전방충돌경보장치를 장착한 차량의 경우 사고를 수반한 추돌사고 발생률은 42%, 제3자 부상과 관련된 추돌 사고 발생률은 44% 가량 감소시킬 수 있다고 분석하였다.

Ⅲ. 분석 방법론

1. 자료 수집

본 연구에서는 자동차보험 시장점유율의 약 29%를 차지하는 삼성화재 등록 차량 및 운전자 정보를 이용하여 자동긴급제동장치가 고령 운전자의 추돌사고 감소에 미치는 영향을 분석한다. 가입자는 기명 피보험자가 1인(즉 운전자 자신)에 한정되는 특약에 가입한 경우만 대상으로 하였다. 이는 등록된 운전자 외에 다른 운전자가 보험에 가입된 차량을 운전할 수 없는 경우를 의미한다. 사고유형은 자동긴급제동장치가 예방할 수 있는 추돌 사고 중에서도 제1당사자 과실이 100%인 사고로 한정하였다. 분석 기준년도는 2019년으로 한정하였다. 다만 자동차보험 가입 정보에서 자동긴급제동장치와 전방충돌경보장치를 구분하고 있지 않아 전방충돌경보장치만 장착한 차량도 자동긴급제동장치 장착 차량으로 분류된 한계가 있다. 그러나 삼성화재의 내부 자료에 따르면 2020년 12월 기준 자동긴급제동장치의 장착률이 92.8%이고 전방충돌경보장치의 장착률이 7.5%로 추정되기 때문에 대체로 자동긴급제동장치 없이 전방충돌경보장치만 장착한 차량은 많지 않은 것으로 보인다. 이런 경향은 2019년 데이터에서도 유지될 것으로 여겨진다. 또한 2018년 이후 전방충돌경보장치만 단독으로 장착한 신차는 없다. 따라서 본 연구에 사용된 데이터로 자동긴급제동장치의 효과를 분석하는 데 무리가 없을 것으로 판단하였다. 한편, 개인정보보호 때문에 개별 데이터가 아닌 집계 (aggregate)를 활용하였다. 집계는 연령과 성별, 추돌사고 경험유무로 구분하여 이루어졌다. 단 삼성화재상해보험 가입 최소 연령이 만 18세인 관계로 20세 미만 운전자의 표본이 부족하여 20세 이상 운전자부터 집계하였다. 이렇게 정리한 결과 20세 이상의 가입자 수 1,337,671명 중에서 자동긴급제동장치를 장착한 차량은 174,514대로 13%를 차지했다. 연령과 성별로 구분한 보험가입자 중에서 자동긴급제동장치 장착 여부와 추돌사고 유발여부 등을 정리하면 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The numbers of drivers caused rear-end crashes by age and sex (2019)

Age	Sex	With/Without AEBS	With Rear-end Crashes (persons)	Without Rear-end Crashes (persons)
20-29	Male	With AEBS	454	3,584
		Without AEBS	2872	13,495
	Female	With AEBS	161	16,592
		Without AEBS	906	62,149
30-39	Male	With AEBS	1389	9,523
		Without AEBS	9287	50,704
	Female	With AEBS	338	64,407
		Without AEBS	2233	308,626
40-49	Male	With AEBS	486	9,222
		Without AEBS	5190	69,002
	Female	With AEBS	217	33,500
		Without AEBS	1918	242,164
50-59	Male	With AEBS	271	6,064
		Without AEBS	4350	60,161
	Female	With AEBS	137	18,416
		Without AEBS	1649	184,879
60-69	Male	With AEBS	111	1,425
		Without AEBS	2359	17,555
	Female	With AEBS	44	6,646
		Without AEBS	488	87,947
over 64	Male	With AEBS	61	500
		Without AEBS	1700	6,884
	Female	With AEBS	21	3,626
		Without AEBS	230	66,607

2. 분석방법

본 연구에서는 오즈(odds, 승산)와 오즈비(odds ration, 승산비)를 이용하여 자동긴급제동장치 장착으로 교통사고를 예방하는 효과가 얼마나 되는지 분석한다. 이 방법은 의학 분야에서 특정 약물의 질병 치료 혹은 예방 효과를 살펴보기 위해 많이 사용된다. 주로 약물을 투여한 실험군과 투여하지 않은 대조군의 발병률을 비교하여 질병 치료 및 예방효과를 파악한다. Jang et al.(2019)와 Park and Lee(2006) 등 국내의 교통안전 분야 연구에서도 적용된 바 있다.

오즈(odds, 승산)란 성공할 경우의 수와 실패할 경우의 수의 비율을 의미한다. 즉 성공 가능성이 실패보다 얼마나 높은지를 보여준다. 확률은 성공과 실패를 모두 포함한 경우의 수 중에서 성공할 경우의 수의 비율을 의미한다. 성공할 확률을 알면 오즈(승산)도 계산할 수 있다. 성공할 확률을 실패할 확률로 나누면 성공 가능성이 실패 가능성보다 얼마나 높은지 알 수 있기 때문이다. 한편 오즈(승산)에 log를 취하기도 한다. 이는 실패할 odds와 성공할 odds가 대칭을 이루도록 전환하는데 도움이 된다. 성공할 확률을 p 라고 하면 오즈(승산)는 식(1)과 같이 정리된다 (Szumilas, 2010).

$$\text{오즈(승산)} = \frac{p}{1-p} \text{ 또는 로그 오즈} = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) \dots\dots\dots (1)$$

오즈비(odds ratio, 승산비)는 한 사건의 오즈(승산)가 다른 사건의 오즈(승산)보다 얼마나 높은지를 계산하기 위해 사용한다. 표현 그대로 오즈(승산)의 비율을 의미한다. 사건 A의 성공 확률을 p_A 라 하고 사건 B의 성공 확률을 p_B 라고 하면 오즈비는 식(2)와 같이 계산된다.

$$\text{오즈비(승산비)} = \frac{\frac{p_A}{1-p_A}}{\frac{p_B}{1-p_B}} \text{ 또는 로그 오즈비} = \log\left(\frac{\frac{p_A}{1-p_A}}{\frac{p_B}{1-p_B}}\right) \dots\dots\dots (2)$$

본 연구는 자동긴급제동장치 장착 차량이 추돌사고를 유발할 가능성이 자동긴급제동장치 미장착 차량보다 낮은지 확인하는 것을 목적으로 한다. 따라서 추돌사고 발생을 성공으로, 추돌사고 미발생을 실패로 정의하면 <Table 3>에서 자동긴급제동장치 장착 차량의 오즈(승산)는 a/b 로 AEBS 미장착 차량의 오즈(승산)는 c/d 로 계산되며, 오즈비는 $\frac{a/b}{c/d}$ 로 계산된다.

따라서 오즈비가 1보다 크다면 자동긴급제동장치를 장착한 차량의 오즈(승산)가 자동긴급제동장치를 장착하지 않은 차량의 오즈(승산)보다 큰 것이기 때문에 자동긴급제동장치를 장착한 차량이 자동긴급제동장치를 장착하지 않은 차량에 비해 추돌사고에 대한 위험이 크다고 해석된다. 반대로 오즈비가 1보다 작을 경우 자동긴급제동장치를 장착한 차량이 자동긴급제동장치를 장착하지 않은 차량보다 추돌사고에 대한 위험이 작다는 것을 의미한다. 한편 오즈비가 1이라면 자동긴급제동장치 장착 여부와 추돌사고 발생 간에 연관성이 없음을 의미한다.

<Table 3> Odds and Odds ratio

	Rear-end Crash	No rear-end Crash
With AEBS	a	b
Without AEBS	c	d

$$SE(\ln(OR)) = \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}} \dots\dots\dots (3)$$

$$CI = \text{EXP} \left\{ \ln\left(\frac{a/b}{c/d}\right) \pm 1.96 SE(\ln(OR)) \right\} \dots\dots\dots (4)$$

한편 오즈비를 상대적 위험도로 사용할 경우 위험을 과소 혹은 과대 추정할 수 있음에 주의할 필요가 있다(Davies et al., 1998). 특히 오즈(승산)가 0.2 이하일 때는 위험도와 큰 차이가 나지 않지만 오즈(승산)가 1을 넘어서면 위험도와 큰 차이가 난다는 점에 유의하여야 한다. 본 연구의 <Table 4~7>에서 계산된 오즈(승산)가 대개 0.2 이하로 나타나 위험도를 과소 추정할 가능성은 높지 않다.

IV. 분석결과

1. 분석결과

<Table 4>는 2019년 전체연령에 대한 오즈(승산)와 오즈비, 그리고 신뢰구간을 나타내고 있다. 자동긴급제동장치가 장착된 차량의 오즈(승산)는 0.02이고 자동긴급제동장치가 장착되지 않은 차량의 오즈(승산)는 0.03이다. 오즈비는 0.75로 1보다 작기 때문에 자동긴급제동장치를 장착한 차량이 자동긴급제동장치를 장착하지 않은 차량에 비해 추돌사고에 대한 위험이 작다고 볼 수 있다. 신뢰구간은 0.72~0.77로 95% 신뢰구간의 상한값이 1.0보다 작으므로 자동긴급제동장치는 충분히 효과가 있다고 판단할 수 있다.

<Table 4> Odds and Odds ratio of rear-end crashes (2019)

With/Without AEBS	With Rear-end Crashes (persons)	Without Rear-end Crashes (persons)	Odds (Crash rates)	Odds Ratio	Confidence Interval
With AEBS	3,652	170,862	0.02(2.1%)	0.75	0.72, 0.77
Without AEBS	32,316	1,130,841	0.03(2.8%)		

<Table 5>는 2019년 전체 연령 데이터를 남녀로 구분하여 오즈(승산)와 오즈비, 신뢰구간을 보여주고 있다. 남성의 오즈비는 0.78, 여성의 오즈비는 0.81로 나타나 남성의 오즈비가 여성의 오즈비보다 낮다. 이는 자동긴급제동장치 장착이 남성에게 더 큰 효과가 있다고 해석할 수 있다. Lajunen and Parker(2001)와 Storie(1977)의 연구에 따르면 남성 운전자가 여성운전자에 비해 공격적인 운전행태를 보이기 때문에 자동차 사고 위험도가 더 높다고 설명하고 있다. 자동긴급제동장치 장착시 남성 운전자의 사고감소에 더 큰 효과가 있는 것도 이 때문으로 추정된다. 또한 남성과 여성 모두 95% 신뢰구간의 상한치가 1.0보다 작으므로 충분히 효과가 있는 것으로 판단할 수 있다.

<Table 5> Odds and Odds ratio of rear-end crashes by sex (2019)

Sex	With/Without AEBS	With Rear-end Crashes (persons)	Without Rear-end Crashes (persons)	Odds (Crash rates)	Odds Ratio	Confidence Interval
Male	With AEBS	2750	29,933	0.09(8.4%)	0.78	0.75, 0.81
	Without AEBS	25038	212,410	0.12(10.5%)		
Female	With AEBS	902	140,935	0.01(0.6%)	0.81	0.75, 0.87
	Without AEBS	7278	918,476	0.01(0.8%)		

<Table 6>은 전체연령에서 20세 미만을 제외하고 연령대별로 구분한 표이다. 65세 이상 고령자에게 자동긴급제동장치 장착 효과가 있는지 살펴보기 위해 65세 이상의 연령 그룹을 추가하였다. 분석 결과 연령대와 상관없이 오즈비가 1보다 낮다는 것을 확인할 수 있다. 이는 자동긴급제동장치 장착의 추돌사고 감소효과가 모든 연령대에서 발견된다는 의미이다. 연령별 오즈비의 평균은 0.70이며 20대에서 가장 낮은 0.61의 오즈비가 관찰되었다. 65세 이상의 오즈비는 0.76으로 높게 나타났다. 이는 고령운전자를 대상으로 한 자동긴급제동장치 장착으로 교통사고를 감소시키는 효과가 타 연령보다 높다고 볼 수는 없다는 의미이다.

<Table 6> Odds and Odds ratio of rear-end crashes by age (2019)

Age	With/Without AEBS	With Rear-end Crashes (persons)	Without Rear-end Crashes (persons)	Odds (Crash rates)	Odds Ratio	Confidence Interval
20-29	With AEBS	615	20,176	0.03(3.0%)	0.61	0.56, 0.67
	Without AEBS	3,778	75,644	0.05(4.8%)		
30-39	With AEBS	1,727	73,930	0.02(2.3%)	0.73	0.69, 0.77
	Without AEBS	11,520	359,330	0.03(3.1%)		
40-49	With AEBS	703	42,722	0.02(1.6%)	0.72	0.67, 0.78
	Without AEBS	7,108	311,166	0.02(2.2%)		
50-59	With AEBS	408	24,481	0.02(1.6%)	0.68	0.62, 0.75
	Without AEBS	5,999	245,039	0.02(2.4%)		
60-69	With AEBS	55	8,071	0.02(1.9%)	0.71	0.6, 0.84
	Without AEBS	2,847	105,502	0.03(2.6%)		
over 64	With AEBS	82	4,127	0.02(1.9%)	0.76	0.61, 0.95
	Without AEBS	1,930	73,490	0.03(2.6%)		

<Table 7>은 각 연령대의 성별을 구분한 오즈(승산), 오즈비 및 신뢰구간을 나타내고 있다. 65세 이상 남성의 오즈비가 0.49로 다른 연령에 비해 가장 낮게 나타났으며 반대로 65세 이상 여성의 오즈비가 1.68로 가장 높게 나타났다. 30대를 제외하면 남성의 오즈비가 여성의 오즈비보다 낮은 것을 분석되어 자동긴급제동장치 장착이 사고 감소에 있어 여성 운전자보다 남성 운전자에게 더 큰 영향을 준다는 것을 확인할 수 있다.

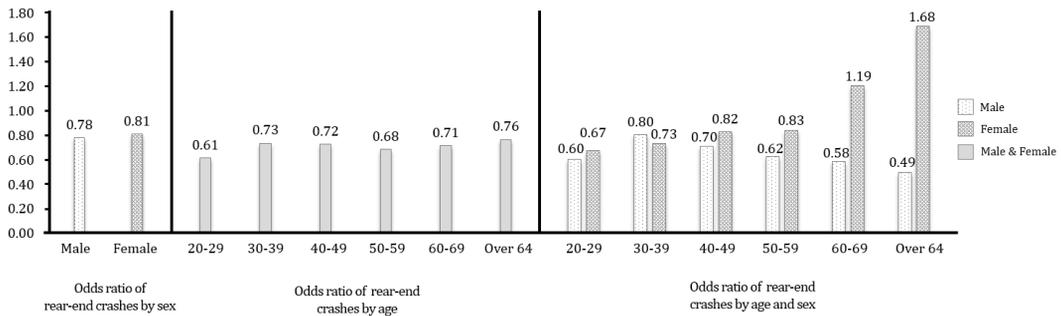
각 연령별로 살펴보면 우선 65세 이상 남성의 오즈가 가장 작은 값인 0.49로 나타났다. 이는 추돌사고 감소효과가 51%에 달한다는 의미이다. 따라서 65세 이상 고령 남성 운전자에게 자동긴급제동장치 설치 효과가 가장 크다고 할 수 있다. 반면 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우 오즈비가 1.68로 나타났다. 이 결과는 65세 이상 여성 운전자에게는 자동긴급제동장치 설치 효과가 없는 것으로 해석된다. 65세 이상 여성 운전자 중 자동긴급제동장치를 장착한 차량을 운전하는 표본의 수가 21개로 작기 때문에 샘플수가 늘어나면 다른 결론이 날 가능성도 있다.

<Table 7> Odds and Odds ratio of rear-end crashes by age and sex (2019)

Age Group	Sex	With /Without AEBS	Rear-end Crash	No rear-end Crash	Odds (Crash rates)	Odds Ratio	Confidence Interval
20-29	Male	With AEBS	454	3,584	0.13(11.2%)	0.60	0.54, 0.66
		Without AEBS	2872	13,495	0.21(17.5%)		
	Female	With AEBS	161	16,592	0.01(1%)	0.67	0.56, 0.79
		Without AEBS	906	62,149	0.01(1.4%)		
30-39	Male	With AEBS	1389	9,523	0.15(12.7%)	0.80	0.75, 0.85
		Without AEBS	9287	50,704	0.18(15.5%)		
	Female	With AEBS	338	64,407	0.01(0.5%)	0.73	0.65, 0.81
		Without AEBS	2233	308,626	0.01(0.7%)		

Age Group	Sex	With /Without AEBS	Rear-end Crash	No rear-end Crash	Odds (Crash rates)	Odds Ratio	Confidence Interval
40-49	Male	With AEBS	486	9,222	0.05(5%)	0.70	0.64, 0.77
		Without AEBS	5190	69,002	0.08(7%)		
	Female	With AEBS	217	33,500	0.01(0.6%)	0.82	
		Without AEBS	1918	242,164	0.01(0.8%)		
50-59	Male	With AEBS	271	6,064	0.04(4.3%)	0.62	0.55, 0.7
		Without AEBS	4350	60,161	0.07(6.7%)		
	Female	With AEBS	137	18,416	0.01(0.7%)	0.83	
		Without AEBS	1649	184,879	0.01(0.9%)		
60-69	Male	With AEBS	111	1,425	0.08(7.2%)	0.58	0.48, 0.71
		Without AEBS	2359	17,555	0.13(11.8%)		
	Female	With AEBS	44	6,646	0.01(0.7%)	1.19	
		Without AEBS	488	87,947	0.01(0.6%)		
over 64	Male	With AEBS	61	500	0.12(10.9%)	0.49	0.38, 0.65
		Without AEBS	1700	6,884	0.25(19.8%)		
	Female	With AEBS	21	3,626	0.01(0.6%)	1.68	
		Without AEBS	230	66,607	0(0.3%)		

아래 <Fig. 1>은 성별, 연령대별, 성별과 연령대별 오즈비를 다시 정리하고 있다. 특히 성별과 연령대별 비교에서 남성의 경우 30대 이후 나이가 들수록 오즈비가 낮아지는 경향이 있음을 확인할 수 있다. 반면 여성의 경우 고령 운전자의 자동긴급제동장치 장착효과가 없거나 오히려 위험한 것으로 판단할 수 있는 결과가 도출되었는데 이는 표본수가 작아 신뢰도가 떨어진다는 점에 유의해야 한다.



<Fig. 1> Odds ratio of rear-end crashes by sex, age, sex and age

V. 결론 및 향후 연구과제

초고령사회가 가까워지며 고령 운전자 역시 급격하게 늘어나고 있다. 고령 운전자는 다른 연령대에 비해

교통사고 유발 횟수가 높은 것으로 알려져 있다. 운전자 1만 명당 교통사고 유발횟수가 1.77로 가장 낮은 30대에 비해 2.67배나 높다. 본 연구는 급증하는 고령 운전자들이 유발할 수 있는 여러 유형의 사고 중 추돌사고를 감소시키는 데 도움이 되는 자동긴급제동장치가 얼마나 효과가 있는지 파악하기 위해 시도되었다. 2019년 국내 자동차 보험사 자료를 이용하여 분석한 결과 오즈비 측면에서 모든 운전자를 대상으로는 25% 감소효과가 있으며 65세 이상 남성 고령자의 경우는 51%의 감소효과가 있는 것으로 나타났다.

이런 차원에서 고령자를 대상으로 자동긴급제동장치 장착을 장려할 필요가 있다. 특히 고령 남성 운전자에게서 효과가 크므로 보험료 감면 등의 혜택을 부여한다면 교통사고를 줄이는 데 도움이 되며 이는 보험사의 지급보험금을 낮추는 효과로 이어질 것이다. 정부가 고령운전자 사고 예방 차원에서 자동긴급제동장치 장착차량의 보험료 할인을 제도화하거나 이를 적극 홍보할 수도 있다.

본 연구는 자동긴급제동장치 장착 효과를 연령대 및 성별로 구분하여 특히 고령 운전자에게 미치는 영향을 분석한 측면에서 의의가 있다. 국내 자동차 보험회사의 운전자 및 사고 데이터를 이용한 분석이라는 측면에서도 기존 연구와 차별화된다. 하지만 2019년 한 해의 데이터만 사용하여 연구를 진행하였다는 한계가 있다. 향후 샘플수를 늘려 추가 분석이 이루어질 필요가 있다. 특히 현재는 여성 고령 운전자의 자동긴급제동장치 장착효과가 없는 것으로 나타난다. 하지만 해당 샘플수가 21개로 적기 때문에 결과의 신뢰도가 떨어진 다. 향후 샘플수가 늘어난다면 신뢰할 만한 분석이 가능할 것이다. 또한 향후 연구에서는 자동긴급제동장치 장착률이 높아지면서 추돌사고가 감소하는 경향이 발견되는지도 살펴볼 필요가 있다. 2019년 기준으로는 자동긴급제동장치 장착 차량의 비율이 약 13% 정도이지만 해가 갈수록 자동긴급제동장치 장착차량의 수가 증가하고 있어 최근 연도를 포함해 분석한다면 더 정확한 효과평가가 가능할 것으로 기대된다. 한편 성별, 연령 뿐만 아니라 승용차와 대형차량으로 나누어 차량 종류별 자동긴급제동장치 감소효과를 추정할 필요가 있다. 아울러 로지스틱 회귀분석 모형을 적용한다면 여러 변수의 사고감소 효과를 종합적으로 비교 분석하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 경찰청 “조건부 운전면허제도 개선을 위한 운전능력 평가 시스템” 과제(PR09-02-000-22)와 서울대학교 환경계획연구소의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Cicchino, J. B.(2016), *Effectiveness of forward collision warning systems with and without autonomous emergency braking in reducing police-reported crash rates*, Arlington, VA: Insurance Institute for Highway Safety.
- Davies, H. T. O., Crombie, I. K. and Tavakoli, M.(1998), “When can odds ratios mislead?”, *BMJ: British Medical Journal*, vol. 316, no. 7136, pp.989-991.
- Han, S. J., Lim, J. K., Um, K. J. and Kim H. E.(2020), “Improvement of the driver’s license system for the elderly and the provision of mobility”, *Basic Research Report of the Korea Transportation Institute*, pp.1-168.

- Jang, J. A., Lee, H. and Park, H. W.(2019), “A Study on the Effect Evaluation Methodology of KNCAP Using Logistic Regression Model and Odds Ratio Analysis”, *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, vol. 27, no. 8, pp.637-643.
- Jeong, J. H., Kim, T. H. and No, J. H.(2010), “A Management Scheme for Reducing Traffic Accidents for Aged People”, *Transportation Technology and Policy*, vol. 7, no. 1, pp.13-20.
- Korean National Police Agency(2019), *Comprehensive measures for traffic safety for the elderly*.
- Lajunen, T. and Parker, D.(2001), “Are aggressive people aggressive drivers?: A study of the relationship between self-reported general aggressiveness, driver anger and aggressive driving”, *Accident Analysis & Prevention*, vol. 33, no. 2, pp.243-255.
- Lee, J. S., Lee, J. W. and Kim, T. W.(2019), “A Study on the Accident Prevention Effect of Automatic Emergency Braking System Based on Meta Analysis”, *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, vol. 27, no. 10, pp.811-818.
- Lee, S. C., Kim, J. H., Oh, J. S. and Kim, I. S.(2005), “Characteristics of Traffic Accidents of Older Drivers: Comparative Analysis of Traffic Accidents between Older and Young Drivers”, *Social Science Research*, no. 22, pp.171-192.
- Lee, S., Jeong, E., Oh, C. and Lee, G.(2019), “Estimation of the Safety Benefits of AEBS Based on an Analysis of the KIDAS Database,” *Korean Society of Civil Engineers*, vol. 23, no. 12, pp.5208-5214.
- Lee, W. Y., Oh, J. S., Lee, E. Y. and Ryu, J. B.(2015), “An Analysis for Main Vulnerable Situations and Human Errors of Elderly Drivers’ Traffic Accidents”, *Traffic Research*, vol. 22, no. 4, pp.57-75.
- Masello, L., Castignani, G., Sheehan, B., Murphy, F. and McDonnell, K.(2022), “On the road safety benefits of advanced driver assistance systems in different driving contexts”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 15, 100670.
- Park, G. and Lee, S.(2006), “Estimating the Effectiveness of Road Safety Features using Pedestrian Accident Probability Model”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 24 no. 4, pp.55-65.
- Park, J. T., Choi, B. B. and Lee, S. B.(2010), “A Study on the Characteristics of Traffic Accidents for the elderly Pedestrians on Rural Highways”, *Journal of the Korean Society of Transportation*, vol. 28, no. 5, pp.155-162.
- Sin, Y. G., Lee, G. H. and Park, J. Y.(1998), “A Study on the Driving Behavior and Educational Contents of Elderly Traffic Participants”, *A Study on Traffic Safety*, no. 17, pp.153-168.
- Storie, V. J.(1977), *Male and Female Car drivers: Differences observed in accidents*, UK, England: Transport and Road Research Laboratory.
- Szumilas, M.(2010), “Explaining odds ratios”, *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol. 19, no. 3, p.227.
- Teoh, E. R.(2021), “Effectiveness of front crash prevention systems in reducing large truck real-world crash rates”, *Traffic Injury Prevention*, vol. 22, no. 4, pp.284-289.
- Wei, T., Zhu, T. and Liu, H.(2022), “How does the driver reaction behavior affect the safety benefit of intelligent safety systems?”, *International Journal of Crashworthiness*, pp.1-9.