

고령 운전자 측면충돌 사고 및 상해특성

홍 승 준* · 박 원 필

삼성교통안전문화연구소

The Accident and Injury Characteristics of Elderly Drivers on Lateral Impact

Seungjun Hong* · Wonpil Park

Samsung Traffic Safety Research Institute, 7th Fl. Samsung Bldg., 50 Euljiro-1 ga, Jung-gu, Seoul 100-191, Korea

(Received 15 July 2009 / Accepted 22 September 2009)

Abstract : Domestic insurance claims were statistically investigated to analyze the elderly driver's accident patterns and injury types in side impact crashes. Medical treatment records and accident vehicle damage photos have been surveyed for 5,419 cases. The results of our statistical analysis showed that the thorax injury risk of the elderly driver group is 8.8 and 4.0 times higher than that of the young and middle age group respectively. Diagnosis showed that most thorax injuries were caused by rib fracture. The head injury risk of the elderly female driver group seemed to be higher than that of the younger female driver group, however, statistical test has not been conducted because of the lack of number of samples for elderly female accident.

Key words : Elderly driver(고령운전자), Lateral impact(측면충돌), Accident characteristics(사고특성), Injury characteristics(상해특성), Thoracic Injury(흉부상해)

1. 서 론

고령화 사회로 인한 사회·경제적 문제 중 하나는 바로 고령 운전자의 증가이다. 2005년 통계청에서 실시한 인구 총 조사 자료 중 자동차를 1대 이상 보유한 가구의 연령별 자동차 보유현황¹⁾을 조사한 결과, 20~24세 60,608가구(0.6%), 25~54세 7,665,191가구(78.5%), 55~64세 1,445,132가구(14.8%), 65세 이상 588,345가구(6.0%)로 나왔으며, 이는 2000년도 조사결과²⁾ 대비 20~24세 0.7%, 25~54세 10.5%, 55~64세 42.2%, 65세 이상 84.1% 각각 증가하였으며, 타 연령대보다 65세 이상 고령자의 증가율이 매우 높았다. 이러한 고령자의 자동차 보유율 증가에 상응하여 고령 운전자의 교통사고 역시 증가하고 있으며 2005~2007년도 도로교통공단에서

실시한 고령 운전자 사고통계 결과,³⁾ 고령 운전자의 사고발생 건은 매해 16.7%씩, 사망자수는 11.2%씩, 부상자수는 16.7%씩 각각 증가하였다.

이러한 고령자 교통사고 중에서도 특히 그 증가세가 높은 사고는 측면충돌사고이다. 도로교통공단의 통계결과³⁾에 의하면, 고령자의 측면충돌사고발생 건은 매해 38.0%씩, 사망자수는 30.0%씩, 부상자수는 35.7%씩 증가함으로써 전체 고령 운전자 사고 증가율보다 2배 이상 많았고, 전체 고령 운전자의 교통사고 내 점유율 역시 평균적으로 발생건수 39.2%, 사망자수 24.3%, 부상자수 41.3%에 달할 정도로 측면충돌사고가 고령 운전자 교통사고에서 차지하는 비중이 매우 높았다.

하지만 이러한 높은 발생률에도 불구하고 현행 측면충돌용 안전장치(사이드 에어백, 사이드바디 등)는 정상 성인 기준으로 제작된 측면충돌용 더미

*Corresponding author, E-mail: seungjun.hong@samsung.com

의 상해치를 기준으로 충돌성능 평가 및 기술개발이 이루어지고 있는 실정이므로, 해부생리학적으로 취약한 고령자를 위한 고령자 친화적인 자동차 개발이 필요하다. 하지만 우리나라의 경우, 이러한 개발에 필요한 실제 교통사고기록에 기초한 고령자의 사고 및 상해특성에 대한 기초연구가 부족한 실정이다.

해외의 경우, Munemasa(2003)의 연구결과⁴⁾에 따르면, 측면 탑승자 안전장치가 설치되어 있지 않은 차량에 탑승한 65세 이상 고령자의 상해심도가 유의하게 높았으며, 측면 안전장치가 설치된 경우, 운전자와 앞좌석 동승자의 사망·중상자의 수는 약 28% 줄어들었으며, 여기에 사이드어어백이 추가로 장착된 경우에 18% 더 줄어든다고 보고하였다. Kent(2005)⁵⁾는 청장년층은 24.0%만이 흉부상해로 인해 사망한 반면, 고령자는 47.3%가 흉부상해로 인해 사망하는 것으로 집계됨으로써 약 2배의 차이가 발생한다고 보고하였다. 이러한 차이가 발생하는 이유와 관련된 연구 중, Neathery(1974)⁶⁾와 Marcus (1983)⁷⁾는 나이가 증가함에 따라 흉부의 AIS 레벨이 각각 0.31, 0.25씩 증가한다는 연구결과를 발표한 바 있으며, Schmidt (1971)⁸⁾는 40km/h의 충돌속도에서는 20대가 1개의 늑골이 골절된 반면, 60대는 거의 10개의 늑골이 골절됐으며, 50km/h의 충돌속도에서는 20대가 2개의 늑골이 골절된 반면, 60대는 거의 15개의 늑골이 골절됐다는 결과를 보였다. 한편 관련된 국내 연구 중 정면충돌사고 시 고령자의 상해특성을 다룬 Hong(2009)의 연구결과⁹⁾에 따르면 26,057명의 사고기록을 바탕으로 고령 운전자의 상해특성을 분석한 결과, 고령 운전자가 타 연령대 대비 취약한 부위는 ‘흉부’이며, 그 발생률은 25~54세 대비 2.6배 높았고, 이러한 차이는 남성과 여성 모두에게서 나타났다고 발표한 바 있다.

따라서 본 연구는 선행연구에 이어서 차 대차 측면충돌사고 시 고령자의 사고 및 상해특성에 대한 분석을 수행하여 측면충돌사고 시 고령자에게 치명적인 상해부위 및 우선보호가 필요한 신체부위의 규명을 목적으로 하는 분석연구를 수행하였다.

2. 방법

2.1 분석대상의 선정

본 연구에서 사용된 모든 사고 및 상해 데이터는 보험회사의 사고기록을 바탕으로 수집하였으며, 이 중에서도 다음과 같은 조건을 만족하는 사고 건을 선별하여 분석을 수행하였다.

- 1) '07년 7월~'08년 6월(1년) 사이, 국내에서 발생한 차 대차 1 대1 측면충돌사고로서,
- 2) 충돌된 차량은 영업용을 제외한 SUV·RV를 포함하는 승용차량이며, 충돌한 차량은 영업용을 포함한 SUV·RV를 포함하는 승용차량이고,
- 3) 1건의 사고에 대해서 차량의 파손상태와 승객의 상해정도 모두 확인이 가능한 건 중,
- 4) 차량의 손상이 아주 살짝 움푹 들어간(Small dent) 것과 긁힌(Scratch) 정도의 경미한 건은 제외.

위 조건을 모두 만족시키는 사고 건수는 5,831건이었으며, 피해자 수는 9,280명이었다. 하지만, 자료의 한계로 인하여 사고 당시 모든 피해자들의 정확한 좌석위치, 충돌각도와 충돌속도를 알 수가 없었다. 따라서 본 연구에서는 최초 충돌부위를 통해 측면충돌사고를 분류하였다.

최종적으로 본 연구에서는 최종적으로 5,831건의 사고 중 피해자의 사고 당시 좌석위치가 정확히 파악되는 운전석 탑승자 5,419명의 측면충돌사고에 대해서 사고특성과 상해특성을 분석하였다.

2.2 운전자 연령대의 분류

본 연구에서는 상해를 입은 운전자의 연령대를 24세 이하, 25세 이상~54세 이하, 55세 이상~64세 이하, 65세 이상 4가지로 분류하였다. 분류한 연령대 중 65세 이상 운전자를 고령 운전자로 정의한 후, 타 연령대의 운전자와의 차이를 비교 및 분석하였다.

2.3 충돌부위의 분류

2.1의 방법을 통해서 선정된 5,419명의 측면충돌사고 건에 대하여 충돌부위를 분류하였다. Fig. 1과 같이 총 8개의 충돌부위로 분류하였으며 1군데만 충돌된 경우 외에 2군데가 동시에 충돌된 경우, 3군데가 동시에 충돌된 경우까지 고려하여 총 18가지의 충돌유형으로 분류하였다.

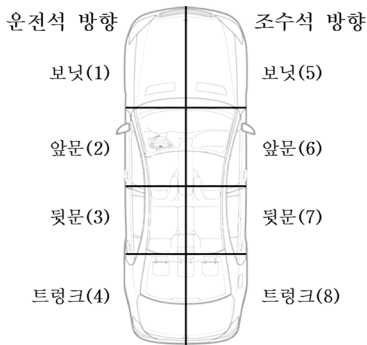


Fig. 1 Classification of collision region

2.4 상해의 분류

본 연구에서는 고령 운전자의 상해 특성을 알아보기 위하여 각각의 성별에 따라 측면충돌사고 시 고령 운전자의 상해 특성을 분석하였다. 운전자의 상해는 현행 교통사고로 인한 상해를 분류하는데 사용되고 있는 표준간이상해도(Abbreviated Injury Scale(AIS) code) 표를 이용하여 분석하였다.

본 연구에서는 각 연령대별로 충돌부위와 더불어 운전석 탑승자의 의료기록을 바탕으로 표준간이상해도 표에 따라 상해부위, 상해형태, 상해심도를 구별하여 각각에 대해 조사한 후, 고령 운전자와 타 연령대간에 차이를 분석해보았다.

3. 결 과

3.1 운전자 연령대별 분포

본 연구에서 분석대상으로 선정된 총 5,419명의 운전석 탑승객을 각각 성별과 4개의 연령대로 나누어 정리하여 Table 1에 나타내었다. 본 연구의 분석대상 중 가장 나이가 어린 운전자의 나이는 사고 당시 기준으로 만 17세이고, 가장 나이가 많은 운전자의 나이는 사고 당시 기준으로 만 77세였다.

Table 1 Distribution of analyzed drivers

연령대	성별		남성		여성		총합	
	명	%	명	%	명	%	명	%
24세 이하	255	7.38	101	5.14	356	6.57		
25 ~ 54세	2,847	82.45	1,755	89.27	4,602	84.92		
55 ~ 64세	258	7.47	97	4.93	355	6.55		
65세 이상	93	2.69	13	0.66	106	1.96		
총합	3,453	100	1,966	100	5,419	100		

3.2 충돌부위의 분포

본 연구에서 분석대상으로 선정된 총 5,419명의 운전석 탑승객을 4개의 연령대로 나누어 각각의 사고 당시 충돌된 위치를 분석해 본 결과, 고령 운전자(65세 이상)들의 충돌된 부위가 타 연령대의 운전자들과 다르다는 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

연령대별 충돌부위의 차이에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 카이제곱 적합도 검정(chi-square goodness of fit test)을 실시한 결과, p-value가 0.05보다 작게 나와 65세 이상 고령 운전자의 경우 타 연령대와 충돌부위의 분포에 있어서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

3.2.1 남성의 경우

남성 고령 운전자의 경우에는 타 연령대와 비교하였을 때 운전석 쪽에 충돌되는 비율이 높게 나왔다(Fig. 2(a)). 다른 충돌부위와는 달리 운전석 쪽 앞문(2)부위에 충돌된 경우엔 24세 이하, 25~54세, 55~64세의 연령대에서는 각각 7.06%, 6.64%, 6.59%의 비율로 충돌되었지만, 65세 이상 고령 운전자의 경우에는 16.13%의 비율이 나와 타 연령대에 비해서 거의 2배 이상 높은 비율로 충돌되었다. 또한 운전석 쪽 앞문과 뒷문(2+3)을 동시에 충돌된 경우에도 24세 이하, 25~54세, 55~64세의 연령대에서는 각각 3.14%, 2.88%, 1.94%의 비율로 충돌되었지만, 65세 이상 고령 운전자의 경우에는 6.45%의 비율이 나와 타 연령대에 비해서 거의 2배 이상 높은 비율로 충돌된 것을 확인할 수 있었다.

3.2.2 여성의 경우

여성 고령 운전자의 경우에는 타 연령대와 비교하였을 때 남성과는 다르게 운전석 쪽보다 조수석 쪽에 충돌되는 비율이 높게 나왔다(Fig. 2(b)). 조수석 쪽 보닛(5)부위에 충돌된 경우에 24세 이하, 25~54세, 55~64세의 연령대에서는 각각 28.71%, 27.92%, 35.05%의 비율로 충돌되었지만, 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우에는 46.15%의 비율이 나와 타 연령대에 비해서 약 11~18% 정도 높은 비율로 충돌되었다. 또한 조수석 쪽 앞문(6)부위에 충돌된 경우엔 24세 이하, 25~54세, 55~64세의 연령대에서는 각각 10.89%, 7.12%, 2.06%의 비율로 충돌되었지만, 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우에는 15.38%

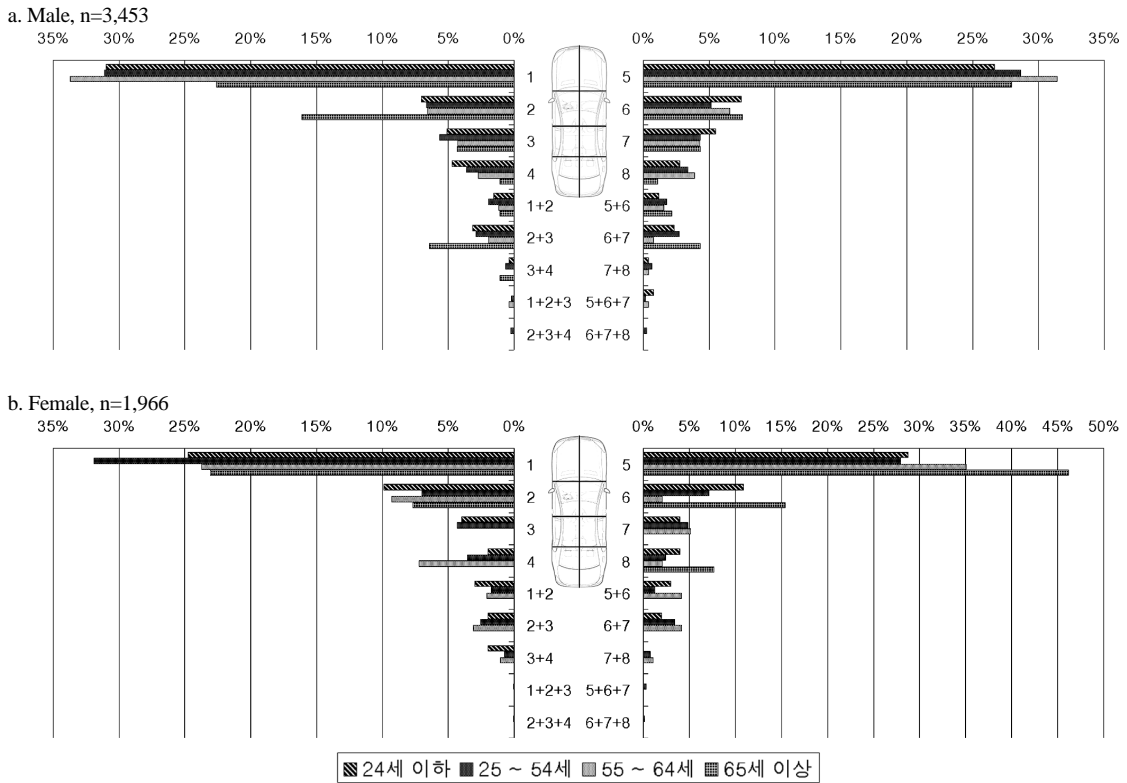


Fig. 2 Distribution of impacted part

의 비율이 나와 타 연령대에 비해서 많게는 7배에서 적게는 1.5배정도 높은 비율로 충돌되었다. 이와 더불어 조수석 쪽 트렁크 부위(8)에 충돌된 경우에도 24세 이하, 25~54세, 55~64세의 연령대에서는 각각 3.96%, 2.39%, 2.06%의 비율로 충돌되었지만, 65세 이상 고령 운전자의 경우에는 7.69%의 비율이 나와 타 연령대에 비해서 거의 2~3배정도 높은 비율로 충돌된 것을 확인할 수 있었다.

3.3 상해의 분포

의료기록을 바탕으로 모든 상해는 표준간이상해도 표에 근거하여 분류 및 정리하였으며, 이를 다시 상해부위별, 상해형태별, 상해심도별로 나누어 성별에 따른 각 연령대 간의 결과를 각각 Table 2, Table 3, Table 4에 나타내었다. 여기서 1명의 운전자가 여러 부위에 상해를 입은 경우에는 중복 산정하여 분석에 반영하였기 때문에 비율의 합은 100%를 넘는다. 또한 상해부위, 상해형태, 상해심도에 있어

서 ‘불명’ 또는 ‘기타’인 경우는 정확한 상해의 정도를 알 수 없어서 제외하였다. 따라서 각 연령대에 따른 각각의 인원수의 합은 Table 2에 나타난 인원수와 다르다. 또한 연령대별 발생비율의 차이에 대한 통계적 유의성을 검정하였으며, 모든 검정에서의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3.3.1 상해부위

남성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 부위에 대한 분포를 Table 2(a)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 많이 상해를 입은 부위는 경부, 두안부 순이었으며, 경부의 경우, 전 연령대에 걸쳐서 80% 이상의 발생비율을 보였다. 65세 이상 남성 고령 운전자의 경우, 타 연령대에 비해서 두안부, 경부, 흉부, 상지부에 상해를 입는 비율이 높았으며, 특히, 흉부의 경우 24세 이하, 25~54세 이하, 55~64세 이하 연령대보다 각각 8.8배, 4.0배, 4.2배 높은 비율로 상해를 입었으며 55~64세 이하 연령대를 제외하고는 그 차이가 통계적으로 유의하였다($p<0.05$).

Table 2(a) Distribution of injury region of male drivers

연령대 상해부위	24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상		합계	
	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%
두안부	29	14.36	244	11.24	26	13.47	11	16.18	310	11.77
경부	162	80.20	1,854	85.40	165	85.49	63	92.65	2,244	85.19
배요부	41	20.30	310	14.28	28	14.51	6	8.82	385	14.62
흉부	1	0.50	24	1.11	2	1.04	3	4.41	30	1.14
복부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
상지부	19	9.41	279	12.85	17	8.81	9	13.24	324	12.30
하지부	10	4.95	84	3.87	5	2.59	2	2.94	101	3.83
전신	3	1.49	7	0.32	1	0.52			11	0.42
부상자 수	202		2,171		193		68		2,634	

Table 2(b) Distribution of injury region of female drivers

연령대 상해부위	24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상		합계	
	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%
두안부	19	21.8	279	20.9	20	27.0	4	36.4	322	21.41
경부	73	83.9	1,156	86.8	67	90.5	9	81.8	1,305	86.77
배요부	14	16.1	186	14.0	7	9.5	2	18.2	209	13.90
흉부	0	0	19	1.4	1	1.4	0	0	20	1.33
복부	0	0	2	0.2	1	1.4	0	0	3	0.20
상지부	10	11.5	221	16.6	7	9.5	1	9.1	239	15.89
하지부	5	5.7	62	4.7	4	5.4	1	9.1	72	4.79
전신	0	0	8	0.6	0	0	0	0	8	0.53
부상자 수	87		1,332		74		11		1,504	

그 외 남성 고령 운전자가 타 연령대보다 높은 비율로 상해를 입은 다른 부위에서의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$). 또한 전 연령대에 걸쳐서 복부를 다친 운전자는 단 한명도 없었다.

여성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 부위에 대한 분포를 Table 2(b)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 많이 상해를 입은 부위는 경부, 두안부 순이었으며, 경부의 경우, 전 연령대에 걸쳐서 80% 이상의 발생비율을 보였다. 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우, 타 연령대에 비해서 두안부, 배요부, 하지부에 상해를 입는 비율이 높았지만, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$).

3.3.2 상해형태

남성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 형태에 대한 분포를 Table 3(a)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 많이 상해를 입은 형태는 좌상, 염좌 순이었으며, 흉부와 하지부를 제외한 타 부위의 경우, Table 2(a)와 비교해보았을 때 25~54세 연령대를 제외한 타 연령대의 피해자 전부 ‘좌상, 염좌’상해만 입은 것을 확인할 수 있었다. 65세 이상 남성

고령 운전자의 경우, 타 연령대에 비해서 ‘뇌진탕’, ‘경부 염좌’, ‘흉부 늑·흉골 골절’, ‘인대파열이 없는 상지부 염좌’ 상해를 입는 비율이 높았으며, 특히, 흉부의 경우 Table 2(a)와 비교했을 때 모든 피해자가 골절상을 입었으며 24세 이하, 25~54세 이하, 55~64세 이하 연령대보다 각각 8.8배, 4.2배, 4.2배 높은 비율로 상해를 입었으며 55~64세 이하 연령대를 제외하고는 그 차이가 통계적으로 유의하였다($p<0.05$).

여성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 형태에 대한 분포를 Table 3(b)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 많이 상해를 입은 형태는 좌상, 염좌 순이었으며, 흉부, 복부와 하지부를 제외한 타 부위의 경우, Table 2(b)와 비교해보았을 때 25세 미만, 25~54세 연령대를 제외한 타 연령대의 피해자 전부 ‘좌상, 염좌’상해만 입은 것을 확인할 수 있었다. 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우, 타 연령대에 비해서 ‘의식장해가 없는 단순 두개골 골절’, ‘배요부 염좌’, ‘인대파열이 없는 하지부 관절 염좌’ 상해를 입는 비율이 높았지만 그 차이는 통계적으로 유의하

고령 운전자 측면충돌 사고 및 상해특성

Table 3(a) Distribution of injury type of male drivers

상해부위	상해형태	연령대		24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상	
		명	%	명	%	명	%	명	%		
두안부	좌상	29	14.36	241	11.10	26	13.47	11	16.18		
	창상			1	0.05						
	두개골 골절			1	0.05	2	1.04				
	치아손상 및 하악골 골절			1	0.05						
경부	좌상, 염좌	162	80.20	1,849	85.17	165	85.94	63	92.65		
	창상			1	0.05						
	골절, 탈구			4	0.18						
배요부	좌상	41	20.30	310	14.28	28	14.51	6	8.82		
흉부	좌상			1	0.05						
	늑·흉골 골절	1	0.50	23	1.06	2	1.04	3	4.41		
상지부	좌상, 염좌, 탈구	19	9.41	267	12.30	17	8.81	9	13.24		
	창상			1	0.05						
	폐쇄성 골절			11	0.51						
하지부	좌상, 염좌, 탈구	8	3.96	75	3.45	4	2.07	1	1.47		
	창상	2	0.99	4	0.18	1	0.52	1	1.47		
	폐쇄성 골절			5	0.23						
전신	좌상, 창상	3	1.49	7	0.32	1	0.52				
부상자 수		202		2,171		193		68			

Table 3(b) Distribution of injury type of female drivers

상해부위	상해형태	연령대		24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상	
		명	%	명	%	명	%	명	%		
두안부	좌상	15	17.24	240	18.02	20	27.03	3	27.27		
	창상	1	1.15	6	0.45						
	두개골 골절	3	3.45	31	2.33			1	9.09		
	치아손상 및 하악골 골절			2	0.15						
경부	좌상, 염좌	70	80.46	1,148	86.19	67	90.54	9	81.82		
	창상			2	0.15						
	골절, 탈구	3	3.45	6	0.45						
배요부	좌상			185	13.89	7	9.46	2	18.18		
	창상			1	0.08						
흉부	좌상										
	늑·흉골 골절			19	1.43	1	1.35				
복부	좌상					1	1.35				
	골반 골절, 탈구			2	0.15						
상지부	좌상, 염좌, 탈구	10	11.49	214	16.07	7	9.46	1	9.09		
	창상										
	폐쇄성 골절			7	0.53						
하지부	좌상, 염좌, 탈구	5	5.75	51	3.83	3	4.05	1	9.09		
	창상			4	0.30						
	폐쇄성 골절			6	0.45	1	1.35				
	개방성, 분쇄 골절			1	0.08						
전신	좌상, 창상			8	0.60						
부상자 수		87		1,332		74		11			

지 않았다($p>0.05$).

3.3.3 상해심도

상해심도의 분류는 표준간이상해도 표에 따른 상

해부위와 상해형태의 분류에 상관없이 각 연령대 별 상해심도를 모두 합산하여 분류하였다. 이는 각 연령대별로 각각의 상해심도에서 차지하는 비율을

Table 4(a) Distribution of injury severity of male drivers

상해심도 \ 연령대	24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상	
	명	%	명	%	명	%	명	%
AIS 1	7	3.47	63	2.90	4	2.07	2	2.94
AIS 2	257	127.23	2,705	124.60	241	124.87	91	133.82
AIS 3	1	0.50	28	1.29	1	0.52	1	1.47
AIS 4			6	0.28	1	0.52		
부상자 수	202		2,171		193		68	

Table 4(b) Distribution of injury severity of female drivers

상해심도 \ 연령대	24세 이하		25~54세		55~64세		65세 이상	
	명	%	명	%	명	%	명	%
AIS 1	4	4.60	56	4.20	7	9.46		
AIS 2	113	129.89	1,852	139.04	100	135.14	17	154.55
AIS 3	4	4.60	23	1.73				
AIS 4			2	0.15				
부상자 수	87		1,332		74		11	

알아보고자 함이다.

남성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 심도에 대한 분포를 Table 4(a)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 큰 비율을 차지하는 심도는 AIS 2(경도)였으며, 전 연령대를 통틀어서 1명당 1.2군데 이상의 부위에 AIS 2급 상해를 입었다. 65세 이상 남성 고령 운전자의 경우, AIS 3급 상해발생 비율이 타 연령대와 비교하여 많게는 2.9배 이상 더 큰 값을 보였다. 이와 대조적으로 AIS 1급 상해발생 비율의 경우, 타 연령대와 비슷하거나 오히려 더 낮게 나오는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$).

여성 운전자가 측면충돌사고 시 상해를 입은 심도에 대한 분포를 Table 4(b)에 나타내었다. 연령대에 상관없이 가장 큰 비율을 차지하는 심도는 AIS 2(경도)였으며, 전 연령대를 통틀어서 1명당 1.3군데 이상의 부위에 AIS 2급 상해를 입음으로써 남성 운전자에 비해서 좀 더 많은 부위를 다친다는 것을 알 수 있었다. 65세 이상 여성 고령 운전자의 경우, 타 연령대와 비교하였을 때 AIS 2급 상해발생 비율이 1명당 1.5군데로써 타 연령대보다 측면충돌사고 시 입는 AIS 2급의 상해부위가 더 많게 나왔으며, 남성 고령 운전자와 비교해 봐도 더 많은 부위에 상해를 입는다는 것을 알 수 있었다. 하지만 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$). 그 외에 다른 상해심도의 경우, 여성 고령 운전자의 부상자 수가 너무 적은 관계로 타 연령대와 비교할 수 없었다.

4. 토의 및 결론

본 연구는 측면충돌사고 시 고령 운전자의 사고 특성 및 상해특성을 알아보고자 5,419명의 측면충돌사고 피해자의 사고기록 및 의료기록을 바탕으로 고령 운전자와 타 연령대 간의 비교를 통해 분석을 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 충돌부위의 경우, 65세 이상 남성 고령 운전자들은 타 연령대와 비교하였을 때, 운전석 쪽 앞문과 운전석 쪽 앞문+뒷문 부위에 충돌되는 비율이 상대적으로 높게 나왔으며, 여성 고령 운전자의 경우에는 조수석 쪽 보닛, 조수석 쪽 앞문, 조수석 쪽 트렁크 부위에 충돌되는 비율이 타 연령대와 비교하여 상대적으로 높게 나왔고 동시에 남성 고령 운전자가 주로 운전석 방향에 충돌된 것과 대조를 보였다.

이처럼 타 연령대와 고령 운전자의 충돌부위 차이는 고령자의 시각능력 저하와 관계가 있다고 사료된다. Shinar(1991)¹⁰⁾는 시각이 전체 교통정보의 약 90% 이상을 처리한다고 하였으며, Corso(1981)의 정지시력에 대한 연구 결과¹¹⁾에 의하면, 40세 전후 중년을 기점으로 감소하기 시작하여, 60세 이후에 급격히 감퇴하는 양상을 보이며, Hills(1975)¹²⁾는 빠른 속도로 움직이는 대상에 대한 추적과 시각능력 또한 감소하는데, 연령별 동체시력의 역치수준을 보면, 50세 9%, 51~60세 12.1%, 61~70세 13.1%, 71~80세 14.4%로 점점 증가한다고 발표하였다. 시야의 경우에도 Burg(1968)의 연구결과¹³⁾에 의하면, 남성과 여성 모두 35세부터 시야가 좁아지기 시작

하여, 50~55세를 기점으로 급격히 줄어드는데, 시야는 내방과 외방을 포함해서 약 170°이지만, 50세에 이르면 약 140°로 줄어드는 유효시야(Useful Field of View, UFOV)감소현상이 발생한다고 하였다. 우리나라의 경우, 고령자의 시력저하와 그에 따른 영향에 대한 체계적인 분석은 미미한 실정이지만, Ha(1999)가 수행한 서울 소재 건강검진기관에서 1,641명을 대상으로 실시한 시력 측정결과¹⁴⁾에 따르면, 일상생활 관련 시력이 44세를 기준으로 낮아지며, 여성이 남성보다 감퇴정도가 더 큰 것으로 나타났다.

따라서 고령 운전자는 이러한 시력저하 및 시야의 감소로 인하여 측면에서 충돌하는 차량에 대한 인지가 어렵기 때문에 타 연령대에 비해서 차량 앞쪽 부위가 아닌 자신의 차량이 좀 더 진행된 이후에 충돌되는, 즉, 앞문 또는 승객 립 부위에 많이 충돌되는 것으로 사료된다.

- 2) 상해부위의 경우, 남성 고령 운전자의 흉부상해 발생비율이 타 연령대에 비해서 4.4~8배 높게 나오므로써, 남성 고령 운전자는 타 연령대의 운전자에 비해서 측면충돌사고 시 흉부 부위가 특히 취약하였으며, 여성 고령 운전자의 경우에는 타 연령대에 비해서 두안부에 상해를 입는 비율이 1.4~1.7배가량 높았지만, 전체 여성 고령 운전자 중 상해부위가 명확한 총 부상자수가 11명으로 너무 적기 때문에 여성 고령 운전자가 타 연령대에 비해서 측면충돌사고 시 두안부가 취약하다고 보기는 어려웠다.
- 3) 상해형태의 경우, 남성 고령 운전자에게서 가장 많이 발생한 흉부상해만을 봤을 때, 흉부에서의 상해형태는 모든 남성 고령 운전자가 골절상을 입었으며 이는 타 연령대보다 많게는 4~8.8배 높은 비율로 상해를 입었다. 따라서 남성 고령 운전자는 타 연령대의 운전자에 비해서 측면충돌사고 시 흉부에서의 주된 상해는 ‘늑·흉골 골절’상이라고 볼 수 있으며, 여성 고령 운전자의 경우에는 앞서 상해부위의 분류에서와 마찬가지로 전체 여성 고령 운전자중 상해부위가 명확한 총 부상자수가 너무 적기 때문에 여성 고령 운전자가 타 연령대에 비해서 측면충돌사고 시 주로 입는 상해형태가 ‘의식장해가 없는 단순 두개골 골

절’, ‘배요부 염좌’, ‘인대과열이 없는 하지부 관절 염좌’ 상해라고 보기는 어려웠다.

- 4) 상해심도의 경우, 남성 고령 운전자는 측면충돌사고 시 경미(AIS 1)한 상해발생 비율은 타 연령대의 운전자에 비해서 비슷하거나 낮게 나왔지만, 중등도(AIS 3)의 상해발생 비율은 높게 나오므로써 남성 고령운전자는 타 연령대에 비해서 상대적으로 더 많은 부위에 상해를 입으며, 그 심도 또한 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 여성 고령 운전자의 경우, 부상자수가 적은 이유로 다양한 심도에서 타 연령대와의 비교는 불가능하였지만, 적어도 AIS 2급 상해에 있어서 여성 고령 운전자는 타 연령대의 운전자에 비해서 측면충돌사고 시 더 많은 부위에 상해를 입으며, 같은 고령 운전자일지라도 남성에 비해서 더 취약하다고 볼 수 있다.

이처럼 성별·연령별로 상해발생에 있어서 차이를 보이는 결과는 선행연구에서도 찾아볼 수 있는데, 본 연구의 결과와 비슷한 선행 연구 중, 미국 도로교통 안전국(NHTSA)에서 연령과 성별에 따른 고령자의 상해심도에 대한 연구를 수행하여 2007년도에 발간한 Technical report¹⁵⁾에 따르면, 1993년부터 2004년까지 12년 동안의 사고기록을 분석한 결과, 사고의 위험도와 가장 밀접한 관계에 있는 중요한 인자는 운전자의 나이이며, 65세 이상의 운전자가 MAIS 4 이상의 자동차 사고 상해를 입는 비율이 24세 이하의 운전자에 비해서는 약 2.89배, 25~44세의 운전자에 비해서는 약 2.43배, 45~64세의 운전자에 비해서는 약 1.94배씩 모두 2배 이상 더 많다고 보고하였다. 또한 성별에 의한 상해심도의 차이에 있어서는 MAIS 4 이상의 상해가 발생하는 비율이 64세 이하에서는 남성이 여성에 비해서 약 1.35~1.94배 높았지만, 65세 이상에서는 반대로 여성이 남성에 비해 약 1.56배 높았다. 사고유형에 따른 상해심도의 차이에 있어서는 MAIS 4 이상의 상해가 발생하는 비율이, 운전석 쪽 측면충돌(Near side crash)에서는 65세 이상의 운전자가 24세 이하의 운전자에 비해서는 약 2.84배, 25~44세의 운전자에 비해서는 2.65배, 45~64세의 운전자에 비해서는 1.86배 높았으며, 조수석 쪽 측면충돌(Far side crash)에서는 65

세 이상의 운전자가 24세 이하의 운전자에 비해서는 약 3.53배, 25~44세의 운전자에 비해서는 3.69배, 45~64세의 운전자에 비해서는 3.53배 높았다고 보고하였다. 또한, 65세 이상의 운전자에게 발생한 MAIS 4이상의 상해부위는 운전석 쪽 측면충돌에서는 흉부(50.3%) - 두부(32.0%) - 복부(13.5%) - 경부(2.1%) 순으로 흉부의 비율이 절반 이상을 차지하였고, 조수석 쪽 측면충돌에서는 흉부(51.8%) - 두부(37.2%) - 복부(6.8%) - 경부(4.3%) 순으로 운전석 쪽 측면충돌과 마찬가지로 흉부의 비율이 절반 이상을 차지하였다.

이처럼 연령에 따른 흉부상해의 차이가 두드러지며, 이러한 차이는 고령자와 비 고령자 간의 생체역학적 차이에서 비롯된다고 사료된다. 선행연구들중에서, 고령자흉부의 형상(Morphology)의 변화에 대해서는 Francis(2008)가 44명의 남성 피검자들을 대상으로 흉곽을 CT스캔하여 비교한 결과,¹⁶⁾ 나이가 증가함에 따라 흉곽의 모양이 변한다는 결과를 발표하였는데 나이가 증가할수록 측면에서 관찰했을 때 비선형적으로 늑골의 각도가 점점 수평화되고, 횡단면에서 관찰했을 때 전·후로는 늘어나고 좌·우로는 좁아지는 양상을 보인다고 하였으며, 이러한 형상의 변화는 다른 선행연구의 결과¹⁷⁾에서도 나타난 바 있다. 고령자 흉부의 물성(Material Property) 변화에 있어서는 Carpo(1998)¹⁸⁾가 고령자의 흉부가 상대적으로 더 딱딱(Stiffening)해진다는 연구결과를 발표한 바 있다. 또한 Kent(2005)¹⁹⁾는 미국 Michigan 대학과 일본 도요타 자동차와의 공동연구를 통해서 고령자의 교통사고 발생 시에 주요 상해부위가 흉부라는 점에 주목하여 젊은 사람과 고령자의 흉부를 CT스캔 및 3D CAD모델을 이용하여 분석한 결과, 흉부자체의 모양뿐만 아니라 뼈의 강도와 같은 물성(Material Property)에도 변화가 있다는 연구결과를 발표하였다. 이러한 형상과 물성의 변화는 결국 앞서 서론에서 언급한 Neathery(1974)⁵⁾, Marcus(1983)⁶⁾와 Schmidt(1971)⁷⁾의 연구결과에서도 제시되었듯이 고령자의 흉부상해 발생률을 높인다고 사료된다.

하지만 이러한 고령자 흉부의 변화는 주로 사체 또는 사체로부터 적출한 시편을 통한 실험의 결과

데이터이기 때문에 이러한 결과가 실제 측면충돌사고에서도 비슷한 양상을 보이는지에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요하다고 판단하였다.

따라서 본 연구에서는 실제 측면충돌사고기록을 바탕으로 고령 운전자에 있어서 가장 취약한 충돌부위 및 상해부위를 분석한 결과, 운전석 쪽 앞문 부위에 충돌되는 비율이 높으며, 흉부 골절의 발생 비율 또한 높다는 결과가 나왔다. 이러한 본 연구의 결과는 향후 고령자 교통사고 및 상해 경감을 위한 제도 및 차량 안전기술 개발에 주요한 근거데이터로서 활용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- 1) 통계청, 2005년 인구 총 조사 中 가구주의 성/연령/자동차보유대수별가구수(일반가구), <http://www.kosis.kr/>
- 2) 통계청, 2000년 인구 총 조사 中 가구주의 성/연령/자동차보유대수별가구수(일반가구), <http://www.kosis.kr/>
- 3) 도로교통공단, 교통사고통계검색, <http://www.rota.or.kr/taas/report.jsp>
- 4) S. Munemasa, "Evaluation of Occupant Injury Level in Improved Side-impact Protection Vehicles," Proc. JSAE Annual Congress, No.7-03, pp.9-12, 2003.
- 5) R. Kent, B. Henary and F. Matsuoka, "On the Fatal Crash Experience of Older Drivers," Annual Proc. Association for the Advancement of Automotive Medicine, No.49, pp.371-391, 2005.
- 6) R. Neathery, "Analysis of Chest Impact Response Data and Scaled Performance Recommendations," Proc. 18th Stapp Car Crash Conference, P.741188, 1974.
- 7) J. Marcus, R. Morgan, R. Eppinger, D. Kallieris, R. Mattern and G. Schmidt, "Human response to and injury from lateral impact," Proc. 27th Stapp Car Crash Conference, pp.

- 419-432, 1983.
- 8) G. Schmidt, D. Kallieris, J. Barz, R. Mattern and J. Klaiber, "Neck and Thorax Tolerance Levels of Belt-protected Occupants in Head-on Collisions," Proc. 19th Stapp Car Crash Conference, P.751149, 1975.
 - 9) S.-J. Hong and K.-K. Cho, "A Study on Injury Characteristics of Elderly in Car-to-Car Frontal Crashes," Transactions of KSAE, Vol.17, No.2, pp.90-97, 2009.
 - 10) D. Shinar and F. Schieber, "Visual Requirements for Safety and Mobility of Older Drivers," Human Factors, Vol.33, No.5, pp.507-519, 1991.
 - 11) JF Corso, Aging Sensory Systems and Perception, Praeger Publishers, 1981.
 - 12) B. L. Hills, Some Studies of Movement Perception, Age and Accidents, Report SR137, Department of the Environment, TRRL, Crowthorne, Berkshire, UK, 1975.
 - 13) A. Burg, "Lateral Visual Field as Related to Age and Sex," Journal of Applied Psychology, Vol.52, pp.10-15, 1968.
 - 14) D. W. Ha and H. W. Tchah, "Visual Acuity and Intraocular Pressure Among Adults Visiting Health Care Center in Seoul," Journal of the Korean Ophthalmological Society, Vol.40, No.12, pp.3429-3437, 1999.
 - 15) The National Highway Traffic Safety Administration(NHTSA), "Characteristics of Crash Injuries Among Young, Middle-Aged, and Older Driver," Report No. DOT HS 810 857, 2007.
 - 16) S. G. Francis, M. Y. Mao, A. D. Kerry, E. S. Dennis and D. S. Joel, "Quantification of Age-related Shape Change of the Human Rib Cage through Geometric Morphometrics," Journal of Biomechanics, Vol.41, pp.1545-1554, 2008.
 - 17) R. Kent, C. Sherwood, D. Lessley, B. Overby and F. Matsuoka, "Age-related Changes in the Effective Stiffness of the Human Thorax Using Four Loading Conditions," Proc. IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact, 2003.
 - 18) R. Carpo and E. Campbell, Aging of the Respiratory System (in A Fishman(Edn.), Pulmonary Diseases and Disorders), McGraw-Hill, New York, 1998.
 - 19) R. Kent, S. H. Lee, K. Darvish, S. Wang, C. S. Poster, A. W. Lange, C. Brede, D. Lange and F. Matsuoka, "Structural and Material Changes in the Aging Thorax and Their Role in Crash Protection for Older Occupants," Stapp Car Crash Journal, Vol.49, pp.231-249, 2005.