

# The Characteristics of the Occupant Injuries Related to Low Deformation Extent and the Preventive Strategies throughout the Analysis of Severe Occupant Injuries – Korean In-Depth Accident Study Database-Based –

Il Kug Choi<sup>1#</sup>, Han Joo Choi<sup>1+</sup>, Kang Hyun Lee<sup>2</sup>, Jong Chan Park<sup>3</sup>, Ji Hun Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Dankook University, Cheon-an, Korea

<sup>2</sup> Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Korea

<sup>3</sup> Traffic Accident Analysis Division, National Forensic Service, Korea

## Abstract

Occupant injuries related to the low deformation extent of car accidents were not regarded as severely injured patients in trauma care. Although the deformation extent (Zone 1) is not meaningful according to the CDC's guidelines for Field Triage of Injured Patients, many severe occupant injuries including motor vehicle deaths actually occurred related to low deformation extent. We analyzed the characteristics and injury severity of patients with low deformation extent (Zone 1 and Zone 2) based on the Korean In-Depth Accident Study Database. Rollover crashes, frontal crashes and left side-impact crashes were related to the mortality of the occupant injuries with low deformation extent. It is obvious that wearing seatbelts and deploying airbags can protect the occupants, particularly drivers. Prevention strategies should include the reinforcement of a law which requires installation and use of safety devices such as airbags.

**Key words:** occupant injury, traffic accident, injury severity score, deformation extent

## 1. 서론

외상 환자가 발생하였을 때 현장에서부터의 신속하고도 적절한 환자 평가 및 분류, 그리고 적절한 병원으로의 이송은 환자의 안전에 중요한 요소이며, 이에 대한 현장 분류 기준은 1986년 미국 외과 학회의 외상 위원회(American College of Surgeons Committee on Trauma, ACS-COT)에 의해 개발된 이후 28년이 지난

지금까지 지속적으로 개정되어 왔다(Sasser, *et. al.*, 2012, McCoy, *et. al.*, 2013). 중증 외상 환자에 대한 신속한 분류 및 이송은 이 기준에 의하여 이루어지고 있다. 고위험 차체 손상 관련 기준은 차체 지붕 12인치 초과, 탑승 부위 18인치 초과로 되어 있고 짧은 시간 동안에 외형 관찰에 따른 판단을 요구하고 있어, 낮은 변형 범위구역에 연관된 교통사고 탑승자들에 대하여 그 손상 정도를 실제보다 낮게 분류할 가능성이 남아 있다.

# The 1st author : Il Kug Choi, Tel. +82-41-550-7243, Fax. +82-41-550-7054, e-mail. ilkugem@gmail.com

+ Corresponding author: Han Joo Choi, Tel. +82-41-550-7243, Fax. +82-41-550-6840, e-mail. iqtus@hanmail.net

저자들은 한국형 교통사고 심층분석 조사자료(Korean In-Depth Accident Study, KIDAS) 데이터베이스 구축에 참여한 경험을 바탕으로 이 자료를 기반으로 한 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자들의 손상 특성을 분석하고, 이들 중 사망 사례들을 포함한 중증 손상자들의 사례를 추가 분석하여 중증 손상을 경감시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. KIDAS 데이터베이스 소개 및 연구 대상

KIDAS 데이터베이스는 경기, 강원, 충청 지역의 4개 대학병원이 참여하였고, 각 병원에 내원한 교통사고 환자들의 동의를 받아 사고차량의 손상 정도, 차종, 환자의 탑승 위치, 차체 손상 부위 및 손상범위, 그리고 환자의 손상중증도 등을 심층 조사한 자료들을 바탕으로 하고 있다. KIDAS 데이터베이스에서 측정하는 손상 차량 조사의 기준은 1970년 SAE(Society of Automotive Engineers) Automotive Engineering Congress에서 발표된 CDC(Collision Damage Classification) Scale을 사용하고 있는데, 이 scale에 의하면 차체를 충돌 방향에 따라 12인치 간격으로 나누어 변형범위구역(deformation extent zone)이라 명명하였고, 차체가 굽힌 수준에서 12인치 깊이로 변형된 경우를 변형범위구역 1(Zone 1), 12인치 초과부터 24인치 깊이까지의 변형을 변형범위구역 2(Zone 2) 등으로 정의하였다(Stonex, *et. al.*, 1970). 저자들은 변형범위구역 1(Zone 1)과 변형범위구역 2(Zone 2)에 해당하는 손상을 '낮은 변형범위구역'으로 정의하였다. 본 연구는 2011년 1월부터 2015년 8월까지 KIDAS 데이터베이스에서 낮은 변형범위구역 교통사고 차량과 연관된 탑승자들 중 병원에 내원하여 손상중증도가 기록된 742명을 대상으로 진행한 후향적 관찰연구이다.

### 2. 손상중증도 분류 정의

탑승자의 손상중증도를 약식상해등급(abbreviated

injury scale, AIS)과 손상중증도점수(injury severity score, ISS)로 나누어 분석하고, 이것들이 차종, 충돌 방향, 또는 탑승자 위치 등의 요인들과 관련하여 어떤 관련이 있는지를 분석하였다(Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1998). AIS는 신체 영역에 따라 AIS1(머리 및 목), AIS2(안면부), AIS3(흉부), AIS4(복부), AIS5(사지), AIS6(기타 외부)의 6영역으로 나누며, 각 영역의 손상별로 1점부터 6점까지 점수를 주는 것으로, 보통 AIS 3점 이상은 심각한 손상으로 간주하며, AIS 6점은 치명적인 손상을 의미한다(Carter, *et. al.*, 2014). AIS 점수는 병원에서 시행한 검사 및 최종 진단에 대한 의무기록을 바탕으로 경험 있는 외상관련 전문의의 검토를 통해 최종 확정하였다. AIS 산정을 위한 신체 영역은 두부, 안면부, 경부, 흉부, 복부, 상지, 하지, 외부의 9개로 분류하였다. 각 영역의 AIS 중 가장 큰 점수를 최대약식상해등급(maximal abbreviated injury scale, MAIS)이라고 한다. ISS는 이러한 각 영역의 AIS 점수들 중 상위 3개의 점수들을 골라 각각 제곱하여 더한 것으로 정의되며, 보통 16점 이상을 중증 손상으로 간주한다(Baker, *et. al.*, 1974).

### 3. 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자 손상의 특성 비교

낮은 변형범위구역의 정도에 따라 교통사고 탑승자 손상환자들을 변형범위구역 1(Zone 1)군과 변형범위구역 2(Zone 2)군으로 나누어 일반적 특성(나이, 성별, 최초 측정된 수축기혈압, 글라스고우 혼수척도(Glasgow coma scale, GCS), 체질량지수(body mass index, BMI), 환자들의 손상중증도와 사망률을 비교하였다. 두 군에 대하여 최대약식상해등급(MAIS)과 손상중증도점수(ISS)를 기준으로 각각 중증 손상자 비율을 비교하였고, 중증 손상자의 손상 영역, 차체손상 부위별 및 탑승자 위치에 따른 중증 손상자 비율, 그리고 안전벨트 착용 및 에어백 전개여부에 따른 중증 손상자 비율을 비교하였다. 추가적으로 사망 사례의 특성을 분석하였다.

4. 통계 방법

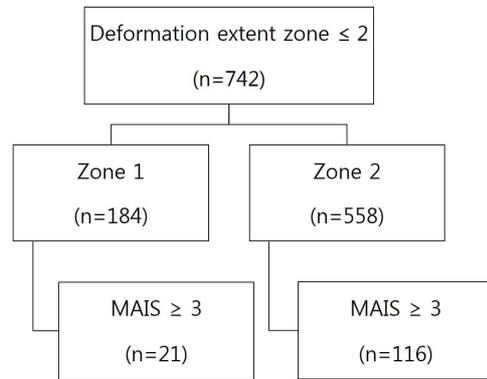
SPSS(version 11.5, IBM Inc., Chicago, USA) 시스템을 이용하여 통계적인 분석을 시행하였다. 연령, 수축기혈압, GCS, BMI 그리고 MAIS와 같이 정규분포를 따르는 연속 변수들은 평균 및 표준편차를 기록하고 t-test를, ISS와 같이 정규 분포를 따르지 않을 경우는 중위수 및 사분위수 범위를 기록하고 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 이용하여 분석하였다. 성별, 사망률과 중증 손상자 비율과 같은 범주형 변수들은 빈도 및 백분율로 표기하고, 카이제곱검정 또는 휘셔의 정확한 검정으로 검정하였다. p값이 0.05 미만이면 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

III. 연구 결과

1. 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자의 일반적 특성

대상 환자 742명 중 변형범위구역 1(Zone 1)군은 184명, 변형범위구역 2(Zone 2)군은 558명이었다 (Figure 1). 두 군 사이를 비교한 일반적 특성은 다음과 같다(<Table 1>). 변형범위구역 1(Zone 1)군에서의 중증 손상자(MAIS ≥ 3)는 184명 중 21명이었고, 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 558명 중 116명이 중증 손상자였다.

변형범위구역 1(Zone 1)군과 변형범위구역 2(Zone 2)군 사이의 연령과 성별은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p= .500, .610, respectively). 응급실 내원 초



\* MAIS: maximal abbreviated injury scale

Figure 1. The classification of occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent according to the injury severity

기의 수축기혈압, 글라스고우 혼수척도(GCS), 그리고 체질량지수(BMI)와 같은 임상적 기본 정보에 있어서도 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p= 1.000, .321, .146, respectively). 탑승자의 손상중증도를 알 수 있는 최대 약식상해등급(MAIS)과 손상중증도점수(ISS)는 변형범위의 정도에 따라 유의한 차이가 있었다(p= .001, .001, respectively). 에어백 전개율은 각각 9.2%와 22.6%로 유의한 차이를 보였으나(p= .002), 안전벨트 착용률은 64.7%와 61.6%로 차이가 없었다(p= .067). 두 군에서 사망자는 각각 1명과 4명이 발생했다(p= .001).

2. 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자의 중증 손상자 비율

변형범위구역 1(Zone 1)군과 변형범위구역 2(Zone 2)군에서의 중증 손상자 비율에 유의한 차이가 있었다.

Table 1. Demographic findings of occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent (n=742)

	Zone 1 (n=184)	Zone 2 (n=558)	P-value*
Age (years-old), mean (SD)	43.6 (17.4)	44.6 (17.3)	.500
Male, n (%)	95 (51.6)	275 (49.3)	.610
SBP (mmHg), mean (SD)	130.3 (36.1)	130.3 (30.3)	1.000
GCS, mean (SD)	14.1 (3.5)	14.4 (2.7)	.321
BMI, mean (SD)	23.66 (3.7)	23.13 (3.67)	.146
MAIS, mean (SD)	1.44 (0.90)	1.72 (1.04)	.001
ISS, median (IQR)	2 (1-4)	3 (2-6)	.001
Airbag deployment, n (%)	17 (9.2)	126 (22.6)	.002
Seatbelt, used, n (%)	119 (64.7)	344 (61.6)	.067
Mortality, n (%)	1 (0.54)	4 (0.72)	.001

\*P<.05, SD: standard deviation, SBP: systolic blood pressure, GCS: Glasgow coma scale, BMI: body mass index, MAIS: maximal abbreviated injury scale, IQR: interquartile range, ISS: injury severity score

Table 2. The ratio of severe injured occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent

	Severe injury		P-value*
	Zone 1 (n=184)	Zone 2 (n=558)	
By MAIS, n (%)	21 (11.4)	116 (20.8)	.005
By ISS, n (%)	6 (3.3)	52 (9.3)	.043

\*P<.05, MAIS: maximal abbreviated injury scale, ISS: injury severity score

Table 3. The occurrence of injured occupants according to the area of deformation of vehicles

Area of deformation	Zone 1 (n=184)	Zone 2 (n=558)	P-value*
B, n (%)	55 (29.9)	83 (14.9)	<.001
F, n (%)	60 (32.6)	293 (52.5)	
L, n (%)	36 (19.6)	80 (14.3)	
R, n (%)	25 (13.6)	73 (13.1)	
T, n (%)	7 (3.8)	28 (5.0)	

\*P<.05, B: rear-end, F: front, L: left, R: right, T: roll-over

Table 4. The occurrence of severe injured occupants according to the area of deformation of vehicles

Area of deformation	MAIS ≥ 3		P-value*
	Zone 1 (n=184)	Zone 2 (n=558)	
B, n (%)	5 (2.7)	9 (1.6)	.488
F, n (%)	8 (4.3)	60 (10.8)	.134
L, n (%)	2 (1.1)	20 (3.6)	.009
R, n (%)	4 (2.2)	17 (3.0)	.322
T, n (%)	2 (1.1)	10 (1.8)	.547
Total, n (%)	21 (11.4)	116 (20.8)	.005

\*P<.05, CE: crush extent, MAIS: maximal abbreviated injury scale

Table 5. The anatomical areas of severe injury according to the deformation extent

AIS ≥ 3	AIS1, n (%)	AIS2, n (%)	AIS3, n (%)	AIS4, n (%)	AIS5, n (%)	AIS6, n (%)	P-value*
Zone 1 (n=21)	11 (52.4)	0 (0.0)	7 (33.3)	2 (9.5)	2 (9.5)	0 (0.0)	<.001
Zone 2 (n=116)	45 (38.8)	0 (0.0)	51 (44.0)	19 (16.4)	9 (7.8)	0 (0.0)	

\*P<.05, AIS: abbreviated injury scale

최대약식상해등급(MAIS)에 따라서 11.4%와 20.8%, 손상중증도점수(ISS)에 의해서는 3.3%와 9.3%를 나타냈다(p=.005, .043, respectively)(<Table 2>).

3. 차체손상 부위별 변형범위구역에 따른 탑승자 손상 및 중증 손상자 발생률

차체손상 부위에 따라 탑승자 손상 발생을 비교했을 때, 변형범위구역 1(Zone 1)군에서는 정면충돌(32.6%)과 후면추돌(29.9%)에 의해 많이 발생하였고, 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 정면충돌에 의한 손상 발생이 52.5%로 우세했다(p<.001)(<Table 3>).

이 중 차체 손상 부위별로 각각의 변형범위에 따른 중증 손상자 발생률을 살펴보면, 좌측 측면충돌에서 변형범위구역 2(Zone 2)군(3.6%)에서 변형범위구역

1(Zone 1)군(1.1%)에 비해 중증 손상이 유의하게 더 많이 발생했음을 알 수 있다(p=.009)(<Table 4>).

4. 중증 손상자의 변형범위구역에 따른 손상 영역 비교  
중증 손상자들의 손상 영역을 비교해보면, 변형범위구역 1(Zone 1)군에서는 머리 및 목 손상(AIS1)이 52.4%로 가장 많았고, 흉부 손상(AIS3)이 33.3%로 그 다음으로 많이 발생했다. 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 흉부 손상(AIS3)이 44.0%로 가장 많았고, 그 다음으로 머리 및 목 손상(AIS1)이 38.8% 발생하였다(p<.001)(<Table 5>).

5. 탑승자 위치, 안전벨트 착용 및 에어백 전개 여부에 따른 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자 손상중증도 비교

Table 6. The ratio of severe injured occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent according to the position of occupant

Position of occupants	Severe injury**					P-value*
	Driver, n (%)	Assistant, n (%)	2 <sup>nd</sup> row left, n (%)	2 <sup>nd</sup> row right, n (%)	etc., n (%)	
Zone 1 (n=184)	13 (7.1)	6 (3.3)	0 (0.0)	1 (0.5)	1 (0.5)	< .001
Zone 2 (n=558)	74 (13.3)	18 (3.2)	6 (1.1)	11 (2.0)	7 (1.3)	

\*P<.05

\*\*by MAIS (maximal abbreviated injury scale) ≥ 3

Table 7. The ratio of severe injured occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent according to the seat-belt use

Seat-belt Use	Severe injury**		P-value
	Used, n (%)	Not used, n (%)	
Zone 1 (n=184)	9 (4.9)	12 (6.5)	.021
Zone 2 (n=558)	67 (12.0)	49 (8.8)	.564

\*P<.05

\*\*by MAIS (maximal abbreviated injury scale) ≥ 3

Table 8. The ratio of severe injured occupants involved in traffic accidents related to low deformation extent according to the airbag deployment

Airbag deployment	Severe injury**		P-value*
	deployed, n (%)	undeployed, n (%)	
Zone 1 (n=184)	0 (0.0)	21 (11.4)	< .001
Zone 2 (n=558)	31 (5.6)	85 (15.2)	

\*P<.05

\*\*by MAIS (maximal abbreviated injury scale) ≥ 3

탑승자의 탑승 위치에 따른 중증 손상자 발생률을 분석한 결과 운전석 뒷자리가 가장 적은 것으로 나타났고, 두 군 모두에서 운전자가 가장 많이 발생했으나, 변형범위구역 1(Zone 1)군(7.1%)에 비해 변형범위구역 2(Zone 2)군(13.3%)에서 운전자의 중증 손상자 발생률이 유의하게 높게 나타났다( $p < .001$ )(<Table 6>).

안전벨트를 착용했을 때, 변형범위구역 1(Zone 1)군에서는 착용하지 않았을 때보다 중증 손상자 발생이 더 적게 나타났고( $p = .021$ ), 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 착용 여부에 따라 유의한 차이는 없었다( $p = .564$ )(<Table 7>).

에어백이 전개되었을 때 변형범위구역 1(Zone 1)군에서는 중증 손상자가 없었던 반면, 전개되지 않았을 때 21명(11.4%)의 중증 손상자가 발생했으며, 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 에어백이 전개되지 않았을 때에 전개되었을 때보다 약 2.7배 많은 85명(15.2%)의 중증 손상자가 발생했다( $p < .001$ )(<Table 8>).

## 6. 탑승자 사망의 특성

탑승자 중 사망자는 모두 5명이고, 이 중 한 명은 변형범위구역 1(Zone 1)군에 속한다(<Table 1>). 사망자가 나온 사례들을 살펴보면, 변형범위구역 1(Zone 1)군에 속한 1명은 전복사고였고, 안전벨트 미착용 및 에어백 비전개 상태로 차체 밖으로 나와 차체에 흉부가 깔린 상태였다. 변형범위구역 2(Zone 2)군에 속한 4명의 사망자들 중 3명이 전복사고(2명) 및 좌측 측면충돌(1명)에 연관된 머리 손상이 원인이었고, 나머지 1명은 정면충돌과 연관된 복부 손상에 의해 발생하였다. 탑승 위치에 따라서는 변형범위구역 1(Zone 1)군의 사망자 1명을 포함하여 운전자 3명, 조수석 탑승자 1명, 그리고 탑승 위치 미상 1명이 사망했다. 사망자 5명 중 3명(변형범위구역 1(Zone 1)군의 사망자 1명 포함)은 안전벨트를 착용하지 않았고, 에어백은 모두 전개되지 않았는데, 이 중 2건의 사례에서는 에어백이 아예 장착되어 있지 않았다.

#### IV. 고 찰

최근 세계 각국의 교통사고 조사, 분석 데이터베이스가 체계적으로 구축되고 있고 이를 근거로 교통사고 관련 각종 안전성 평가가 이루어지고 있다. 우리나라도 첨단안전자동차 안전성 평가기술개발과제에서 교통사고 심층조사분석 및 데이터베이스 구축 연구가 2012년 8월부터 2015년 8월 7차년도 과제 개시까지 진행되어 현재의 KIDAS 데이터베이스가 작성되고 있다(Kim, *et. al.* 2012; Kim, *et. al.*, 2014). 정부는 매년 교통사고로 인한 사회-경제적 비용 지출이 많아지면서 국민 건강에 미치는 영향이나 경제적 손실 측면에서의 대책 마련에 고심하고 있다. 2013년 7월 ‘교통사고 사상자 줄이기 종합대책’을 수립하여 2017년까지 자동차 1만대당 사망자수를 OECD 중위권 수준인 1.6명(2012년 2.4명)으로 감소시키는 것을 목표로 교통안전 선진화 정책을 개발하고 있으나 아직까지 KIDAS와 같은 심층분석 프로그램이 활성화되지 않아 세부 원인에 대한 분석은 미미한 실정이다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport & Shim, *et. al.*, 2014; Korea Insurance Development Institute, 2014). 이와 관련하여 국립과학수자원연구원에서는 자원자 저속 추돌 시험을 통한 경부 충격량 연구와 같이 차체 손상의 변형 범위가 높지 않은 교통사고에서의 탑승자 손상의 특성을 연구한 바 있다(Park, *et. al.*, 2013). 또한 KIDAS의 데이터 분석을 통해 저속 사고 및 낮은 차체 변형범위와 연관된 교통사고를 분석함으로써 경한 사고에서의 중증 손상자 발생을 예방하고 더불어 손상 데이터를 바탕으로 의도적인 보험사기 및 일부 국민들의 도덕적 해이에 의한 과도한 입원 및 치료비 청구를 감시하여 보험 재정의 위기를 경감시키는 데 노력하고 있다.

본 연구에서는 경미한 사고로 보이는 교통사고의 탑승자들 중 사망을 포함한 중증 손상이 발생한 사례들이 있음에 주목하고, 차량의 변형범위구역들 중 변형범위구역 1(Zone 1)과 변형범위구역 2(Zone 2)와 연관된 교통사고를 분석하였다. 앞서 언급한 바와 같이 중증 외

상 환자에 대한 병원 전 환자 평가 및 분류 기준에서 고위험 차체 손상 관련 기준은 최소 12인치를 초과하는 것으로 그 기준을 삼고 있는데, 여기에 변형범위구역 1(Zone 1)의 변형범위는 해당되지 않는다. 따라서 가벼운 차체 손상에 해당되는 변형범위구역 1(Zone 1)과 중증 손상을 고려해야 하는 최소 기준인 변형범위구역 2(Zone 2)의 변형범위를 보이는 교통사고 탑승자들의 손상 특성을 비교 분석한 결과는 차량 탑승자 안전 대책 수립에 있어 관심을 두어야 하는 부분이 무엇인지에 대한 중요한 정보를 줄 수 있을 것으로 생각된다.

최대악식상해등급(MAIS)이 해부학적 부위별 중증 손상 정도를 나타낸다면, 손상중증도점수(ISS)는 전신적인 상태를 종합적으로 반영하여 손상 중증도를 점수로 나타낸 것인데, 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 최대악식상해등급과 손상중증도점수 모두에서 변형범위구역 1(Zone 1)군에 비해 유의하게 높게 나타나므로 기존의 중증도 분류 관련 차체 손상 기준에 합당한 결과를 보여주었다. 그러나 변형범위구역 1(Zone 1)군에서도 최대악식상해등급 기준 11.4%, 손상중증도점수 기준 3.3%의 중증 손상자들이 나타나며, 또한 사망자도 1명이 나왔다는 것을 간과해서는 안 된다.

Table 1에서와 같이, 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고에서도 탑승자 사망이 발생하고 있다. 결과에서 소개한 사망 사례들에서 나타난 결과는 사망자 수가 적기 때문에 일반화할 수는 없지만, 다른 중증 손상자들의 최대 손상 부위 및 충돌 방향과 비교할 때도 비슷한 결과를 나타내고 있기 때문에 관련하여 대책을 분석하는 것은 유의하다 하겠다. 전복사고는 그 발생 비율이 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고에서는 가장 적은 사고 유형이나, 전체 5명의 사망자 중 3명이 발생한 유형으로서 가장 경계해야 하는데, 이는 2005년 미국경찰에서 보고한 616만의 차량 사고 가운데 전복 사고는 4.1%였지만 전복 사고로 인한 사망자가 전체의 34.4%를 차지하였다는 보고와 비슷한 양상이다(Bidez, *et. al.*, 2007). 특히 이들 3명이 안전벨트 미착용과 연관되고, 모든 사망 사례에서 에어백이 전개되지 않거나

장착이 안 되어 있던 점으로 볼 때 안전장치의 중요성을 알 수 있다.

사망자를 제외한 중증 손상자들도 변형범위구역 1(Zone 1)군에서 안전장치 미사용, 즉 안전벨트 미착용 및 에어백 미전개와 연관되어 중증 손상자 비율이 높았던 반면, 변형범위구역 2(Zone 2)군에서는 안전벨트 착용 여부에 따라서 유의한 차이를 보이지 않았지만, 에어백이 전개되지 않은 사고에서 중증 손상자가 유의하게 더 많이 발생하였다. 따라서 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고에서는 안전벨트만큼 에어백 전개가 탑승자 손상에 유의한 영향을 주는 것으로 판단된다.

에어백 작동은 차종에 따라 차이가 있다. 전방 에어백은 대체로 정면에서 좌우 30도 이내의 각도로 유효충돌속도가 약 20km/h 이상일 때 작동한다. 충분히 승객 보호가 가능한 저속의 유효충돌속도 범위와 좌우 30도 범위를 벗어난 충돌, 후방추돌, 측면충돌, 전복사고 등에서는 전방 에어백이 작동하지 않으며 전신주나 나무와 같은 국소부위 전방 충돌에서도 작동하지 않는다(Samsung Traffic Safety Research Institute, 2003; Korea Consumer Agency, 2012). 이처럼 에어백 전개는 사고 당시의 충돌방향과 속도 등에 영향을 받기 때문에 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고에 있어 그 전개율이 상대적으로 낮을 수밖에 없다. 다만, 운전자에게 위협적인 좌측 측면 충돌의 경우 정면충돌이나 후면추돌에 비해 충격흡수 범위가 좁아 중증 손상으로 이어질 수 있기 때문에 지금은 선택사항으로 되어 있는 측면 에어백을 의무 설치하고, 차량 옆문의 강도를 규제하는 법규를 더욱 강화하는 방향으로 재점검하는 것을 고려할 만하다(Shin & Yang, 1998; Kwak, *et. al.*, 2005). 현재 우리나라 실정에서는 안전벨트 착용만이 경미한 사고에서 탑승자가 스스로를 보호할 수 있는 가장 중요한 방법이다.

이미 보고된 선행 연구들을 통하여 알려진 측면 충돌 사고의 심각성 때문에 정면 에어백 뿐 아니라 측면 에어백의 필요성이 대두되었고, 미국을 비롯하여 국내에서도 차량 내 측면 에어백의 설치가 증가하고 있다. 우리

나라에서 2012년 기준으로 4개(운전석, 조수석, 측면, 커튼 에어백) 에어백을 장착한 자동차가 전차종의 82% (73/89종) 정도로 보편화되어 있고, 국산 차량은 74% (34/46종), 수입차량은 91%(39/43종)로 수입차량의 장착률이 다소 높게 조사되었다(Stoffer, *et. al.*, 2002; Braver & Kyrychenko, 2004; Korea Consumer Agency, 2012). 이는 국내 에어백 관련 법규의 부재와도 연관이 되며, 이러한 현실에 대한 대안으로, 한 조사연구에서 정면 에어백이 장착된 차량에 대한 보험료 할인 혜택을 측면 에어백이 장착된 차량에도 적용하는 것을 제시한 바 있다(Kim, 2008). 이처럼 법규를 통한 규제뿐만 아니라 사회적 제도 속에서의 혜택까지 주어진다면 안전장치 장착률 향상을 기대할 수 있겠다.

## V. 결 론

낮은 변형범위구역을 보이는 교통사고 차량의 탑승자 중에서도 사망 환자를 포함한 중증 손상자들이 적지 않게 발생하고 있다. 대부분 안전벨트 미착용 및 에어백 미전개와 연관되어 나타나므로, 안전벨트 착용에 대한 캠페인 및 안전 교육을 지속적으로 강조하고 측면 에어백 설치 의무화, 차량 옆문의 강도 규제 강화를 비롯하여 사회적 제도를 통한 혜택을 자동차 제작사와 교통 소비자에게 지원하는 것 등을 적극적으로 고려해야 하겠다.

사망의 원인으로는 머리 및 목 손상이 많고 다음으로 흉부 손상, 복부 손상이 해당된다. 또한 사망자는 전복사고, 중증 손상자는 정면충돌 및 좌측 측면충돌 사고와 연관되어 나타나므로, 이러한 충돌 유형에서는 차체 손상이 경미하더라도 현장 단계에서부터 전체적인 사고 상황을 고려해야 하며 환자 평가 시 정확한 사고 기전을 함께 고려하여야겠다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 및 국토과학기술진흥원의 연

구비 지원(15PTSI-C054118-07) 과 국립과학수사연구원의 연구비 지원(2015- 교통-03)으로 수행되었음.

## References

Association for the Advancement of Automotive Medicine. 1998. Abbreviated Injury Scale 90, 1998 Revision. Des Plains.

Baker, S. P., B. O'Neill, W. Jr. Haddon, and W. B. Long. 1974. The Injury Severity Score: A Method for Describing Patients with Multiple Injuries and Evaluating Emergency Care. *J. Trauma. Mar.* 14(3): 187-196.

Bidez, M. W., J. E. Jr. Cochran, D. King, and D. S. 3rd. Burke. 2007. Occupant Dynamics in Rollover Crashes: Influence of Roof Deformation and Seat Belt Performance on Probable Spinal Column Injury. *Ann. Biomed. Eng.* 35: 1973-1988.

Braver, E. R. and S. Y. Kyrychenko. 2004. Efficacy of Side Air Bags in Reducing Driver Deaths in Driver-side Collisions. *Am. J. Epidemiol.* 159: 556-564.

Carter, P. M., C. A. Flannagan, M. P. Reed, R. M. Cunningham, and J. D. Rupp. 2014. Comparing the Effects of Age, BMI and Gender on Severe Injury (AIS 3+) in Motor-vehicle Crashes. *Accid. Anal. Prev.* 72(Nov.): 146-160.

Kim, Gwan Hee. 2008. A Plan for the Improvement of Effect of Protection for Occupants on the Side-impact Crash Accidents. *KART Report.*

Kim, Sang Chul, Kang Hyun Lee, Won Joon Lee, Hyeong Yeon Choi, and Ho Jung Kim. 2012. Pilot Study on Construction of a Database for In-depth Analysis of Occupant Injury and Vehicle Damage of Domestic Motor Vehicle Crash Accidents. *Korean Emerg. Med.* 23(3): 315-326.

Kim, Si Woo, Jae Wan Lee, and Young Han Yoon. 2014. A Study on the Construction of the Database Structure for the Korea In-depth Accident Study. *Transactions of KSAE.* 22(2): 29-36.

Korea Consumer Agency. 2012. A Study on the Present Condition of Safety of Airbag system.

Korea Insurance Development Institute. 2014. Automobile Insurance Statistical Data(2014).

Kwak, Dae Young, Hyeong Ho Choi, Yeong Nam Cho, and Yong

Jae Park. 2005. A Study on the Development of the Curtain Airbag of SUV Vehicles for Rollover and Side Impact Protection. *Transactions of KSAE:* 1521-1526.

McCoy, C.E., B. Chakravarthy, and S. Lotfipour. 2013. Guidelines for Field Triage of Injured Patients. *West J. Emerg. Med.* 14(1): 69-76.

Park, Sung Jee, Kyeong Moo Yang, Hong Seok Lee, Nam Kyu Park, Seong Woo Hong, Jae Ho Yoo, and Han Sung Kim. 2013. A Study of Impact on Head and Neck Using Human Volunteer Low-speed Rear Impact Tests. *Korean J. Leg. Med.* 37: 66-72.

Samsung Traffic Safety Research Institute. 2003. The Evaluation on the Reliability and the Effects of the Airbag System.

Sasser, S. M., R. C. Hunt, M. Faul, D. Sugerman, W. S. Pearson, and T. Dulski, et. al. 2012. Guidelines for Field Triage of Injured Patients Recommendations of the National Expert Panel on Field Triage. *MMWR.* 61(1): 1-21.

Shim, Jae Ik, Jeong Bok Yoo, Jin Seo Park, and Ka Ram Shim. 2015. Estimations of Traffic Accident Costs in 2012 and Trends Analysis. *Ministry of Land, Infrastructure and Transport Korea Transport Institute Report:* 2015-03.

Shin, Hyun Woo and Sung Ho Yang. 1998. The Analysis of the Side Door Strength of Sports Utility Vehicle. *Transactions of KSAE.* 1070-1074.

Stoffer, H. 2002. Safe with Side Air Bags? It's not that Simple. *Automotive News.* 9: 1.

Stonex, K.A., W.D. Nelson, A.W. Siegel, J.W. Garrett, and C.S. Michalski. 1970. Collision Damage Severity Scale, *SAE Automotive Engineering Congress.* DOI:10.4271/700136. Available at: <http://www.nhtsa.gov>

Available at: [http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m\\_35402/DTL.jsp](http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_35402/DTL.jsp)

## Korean References Translated from the English

곽대영, 최형호, 조영남, 박용재. 2005. 측면 충돌 및 전복 사고 보호를 위한 SUV 차량용 커튼 에어백 개발에 관한 연구. 한국자동차공학회 추계학술대회논문집: 1521-1526.

김관희. 2008. 측면충돌 사고에서 탑승자 보호성능 향상을 위한 방안 제시. 자동차기술연구소 조사연구보고서.

- 김상철, 이강현, 이원준, 최형연, 김호중. 2012. 국내 자동차 충돌 사고에서 차량 파손과 탑승자 손상의 심층 분석 데이터베이스 구축을 위한 예비연구. 대한응급의학회지. 23(3): 315-326.
- 김시우, 이재완, 윤영한. 2014. 한국형교통사고 심층조사 DB 체계 구축에 대한 연구. 한국자동차공학회는문집. 22(2): 29-36.
- 박성지, 양경무, 이홍석, 박남규, 홍성우, 유재호, 김한성. 2013. 자원자 저속추돌실험을 통한 두부와 경부 충격량 연구. Korean J. Leg. Med. 37: 66-72.
- 보험개발원. 2014. 자동차보험통계자료 2014.
- 삼성교통안전문화연구소. 2003. 에어백 효과 및 신뢰도 평가. 신현우, 양성호. 1998. SUV 차량의 옆문강도해석. 한국자동차 공학회 추계학술대회논문집. 1070-1074.
- 심재익, 유정복, 박진서, 심가람. 2015. 2012년 교통사고비용 추정 및 추이분석. 국토교통부 한국교통연구원 수시연구. 2015-03.
- 한국소비자원. 2012. 자동차 에어백 안전실태 조사. 소비자안전국 생활안전팀.

---

Received: Nov. 27, 2015 / Revised: Dec. 10, 2015 / Accepted: Dec. 17, 2015

## 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고 탑승자 손상의 특성 및 중증 손상자 사례 분석을 통한 예방 대책

- 한국형 자동차사고 심층분석 조사자료 기반 -

국문초록 경미한 교통사고에서는 탑승자 손상에 대한 현장 평가 및 분류에서 중증 외상 환자의 발생을 간과할 가능성이 있다. 본 연구는 한국형 교통사고 심층분석 조사자료 데이터베이스를 이용하여 낮은 변형 범위구역과 연관된 교통사고의 탑승자 손상의 일반적 특성 및 중증 손상자들의 특성을 분석하였다. 낮은 변형범위구역과 연관된 교통사고에서도 사망을 포함한 중증 손상자가 적지 않게 발생하고 있다. 중증 손상자 발생의 위험성은 사고 기전이 전복사고, 정면충돌, 그리고 좌측 측면충돌 경우 증가하며, 안전장치 미사용과 유의한 연관성이 있다. 중증 손상자의 손상 부위는 머리 및 목 손상이 가장 많고, 흉부 손상 및 복부 손상이 그 다음 빈도이다. 경미한 교통사고 탑승자 손상에 대한 올바른 접근은 정확한 사고 현장 평가와 사고의 분류 단계에서 사고 기전 및 차체의 손상 특성에 대한 이해, 환자의 손상 정도 등을 종합적으로 평가하는 것이다. 중증 손상 발생에 대한 예방 대책은 안전장치 장착 및 착용에 관한 법규를 제정 및 강화하고, 준수된 안전 행동에 대하여 사회적 제도를 통한 혜택을 고려하는 것이다.

주제어 : 탑승자 손상, 교통사고, 손상중증도, 변형범위구역

**Profiles** **Il Kug Choi** : He has acquired the master's degree of science in emergency medicine at Dankook University and is currently serving as an Clinical Assistant Professor of Emergency Medicine, Dankook University Hospital. He has the concern about emergency traumatology, emergency medical system, and resuscitation. His main papers include "Effect of Establishing an ECG Transmission System on Time Required for Patients with ST-segment elevation Myocardial Infarction to Receive Reperfusion Therapy", "Characteristics of Electrocardiographic Changes in Myocardial Injury with Acute Carbon Monoxide Poisoning", and "Characteristics of Occupant Injuries according to the Types of Road-Korean In-depth Accident Study Database-based" (ilkugem@gmail.com).

**Han Joo Choi** : He has acquired the doctor's degree of science in emergency medicine at Yonsei University and is currently serving as an Assistant Professor of Emergency Medicine at school of medicine in Dankook University. He has the concern about emergency traumatology, emergency medical system, and resuscitation. He has authored more than 30 domestic and international articles, especially including "Effect of Cardiopulmonary Resuscitation on Restoration of Myocardial ATP in Prolonged Ventricular Fibrillation" and "Clinical Characteristics of Acetabular Fractures in Motor Vehicle Accident According to Tile's Classification" (iqtus@hanmail.net).

**Kang Hyun Lee** : He has acquired the doctor's degree of science in emergency medicine at Ajou University and is currently serving as an Professor of Emergency Medicine, at school of medicine in Wonju Yonsei University. He has the concern about emergency traumatology, sports medicine, and emergency medical system. He has authored many domestic and international articles, especially including "Injury Analysis of a 25-passenger Bus Left-quarter Turn Rollover Accident" and "Clinical Characteristics and Prognostic Factors of Geriatric Patients Involved in Traffic Accidents" (ed119@yonsei.ac.kr).

**Jong Chan Park** : He has acquired the doctor's degree of mechanical engineering at Kyunghee University and is currently serving as a chief of Traffic Accident Analysis Division at National Forensic Service. He has the concern about vehicle defects, velocity analysis using black-box video, and vehicle dynamics. His main papers are "Three-dimensional Crush Measurement Methodologies Using Two-dimensional Data", "Measurement of friction coefficients for motorcycles sliding in various conditions and statistical analysis", "Estimation of vehicle impact speed from laminated glass fracture subjected to pedestrian head impact" and "A Procedure Model for Evaluating Motion Change of Vehicle and Driver & Passenger's

Injury in Low-speed Rear Impact and Similar Traffic Accident with Proposing and Estimating Critical Speed Change( $\Delta V_c$ ) as the center”(nisipjc@korea.kr).

**Ji Hun Choi** : He is attending the doctor's degree of aerospace and mechanical engineering at the graduate school of Korea Aerospace University and is currently serving as a industrial researcher of Traffic Accident Analysis Division at National Forensic Service. He has the concern about human injury, reconstruction of accidents dynamics, and vehicle defect. His main papers are “Study on the collision analysis by genetic algorithm in PC-CRASH”, “Study on the identification of a driver using connection analysis with PC-CRASH and Madymo”(djihun@korea.kr).