creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

차량 교통사고에서 충돌 유형과 파손 정도가 탑승자 복부손상에 미치는 영향

연세대학교 대학원
의 학 과
강 찬 영

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

차량 교통사고에서 충돌 유형과 파손 정도가 탑승자 복부손상에 미치는 영향

지도교수 이 강 현

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2020년 12월 일

연세대학교 대학원
의 학 과
강 찬 영

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

강찬영의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 이 강 현 인

심사위원 배 금 석 인

심사위원 김 오 현 인

연세대학교 대학원

2020년 12월 일

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

감사의 글

가장 먼저 저의 석사과정과 학위논문을 마무리할 수 있도록 모든 과정에서 아낌없이 지도해 주시고 조언해주신 이강현 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 매주 금요일 아침 7시 이강현 교수님께서 대학원생들과 함께하는 저널리뷰를 통해 저는 교수님으로부터 근면함과 성실함을 배우고, 연구 내공을 쌓을 수 있었던 것 같습니다.

언제나 늘 한결같이 곁에서 진심 어린 조언과 격려를 해주시고 지도해주신 김오현 교수님 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 본 연구 심사를 맡아주신 배금석 교수님 감사드립니다. 그리고 외상파트에서 항상 저의 힘이되어주신 육현 교수님, 김선주 교수님 감사 드립니다.

또, 항상 연구원들 고생이 많으시다며 다독여 주시는 황성오 교수님, 김현 교수님께 감사 인사드립니다. 연구원들이 나아갈 길을 위해 진심어린 조언 해주신 차경철 교수님, 차용성 교수님, 정우진 교수님께 감사인사드립니다. 다시한번 대한민국 응급의료를 이끌어나가는 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실 교수님들 감사드립니다.

그리고, 먼저 평생의 선임으로 남으실 지금은 졸업해서 나간 성실 선생님께 많은 것을 가르쳐 주셔서 감사하다는 인사드립니다. 처음 들어온 후부터 지금까지 동생같이 아껴준 희영이형, 매주 금요일 오전 7시 성실함을 보여준 김희전 선생님, 연구원의 표본을 알려주고 항상 서포트 해주시는 정훈이형, 늘 저의 고민을 자기 고민처럼 걱정해주고 해결방안을 제시해준 준석이형, 교통사고 조사로 힘든데도 밥챙겨 먹으라는 연일이형, 그리고 이번에 같이 졸업해서 고생많았던 소영이에게 감사 인사 드립니다. 연구실 선생님 이외에도 강원응급의료지원센터 김관래 선생님, 원주세브란스기독병원 김형태, 김은아 선생님을 비롯한 모든 응급구조사 선생님들께 감사 드립니다.

마지막으로 부족한 나머지 남들보다 오랜 기간 석사과정을 지냈습니다. 오랜 기간동안 끝까지 믿고 지지해준 아버지, 어머니 감사합니다. 사랑합니다. 이 석사과정을 통해 앞으로 저에게는 한 명의 연구자의 역할과 의무가 주어졌다고 생각합니다. 꿈을 갖고, 계획을 세우고, 만 번 말하면 그 꿈이 이루어진다고 배웠습니다. 대학원을 진학하면서 가진 그 꿈 '모든 사람이 동등한 응급의료'이 이루어질 때까지 노력하는 연구자가 되겠습니다.

2020. 12.

강 찬 영 올림

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

차 례

그림 차례 ····· iii
표 차례 ····· iv
국문 요약 ····· v
제1장 서론 ····· 1
1.1 연구 배경 및 필요성 ····· 1
1.2 연구목적 ····· 3
제2장 연구 방법 및 자료원 ····· 4
2.1 연구설계와 연구대상자의 윤리적 보호 ····· 4
2.2 자료원 ····· 4
2.3 분석 변수 및 조작적 정의 ····· 5
2.4 연구 대상자 ····· 7
2.5 통계적 분석 방법 ····· 8
제3장 결과 ····· 9
3.1 각 군간의 일반적인 특성 비교 ····· 9
3.2 충돌 유형에 따른 복부손상 ····· 12
3.3 파손 정도 구간에 따른 복부손상 ····· 15
3.4 심각한 복부손상에 대한 로지스틱 회귀분석 ····· 17

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제4장 논의 ····· 19
4.1 방법론적 타당성 ····· 19
4.2 주요 결과 및 해석 ····· 20
4.3 제한점 ····· 23
제5장 결론 ····· 24
참고 문헌 ····· 25
ABSTRACT ····· 30

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

그 림 차 례

Fig 1. Deformation Extent of Collision Deformation Classification(CDC) … 6
Fig 2. Research Flow Chart ····· 7

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

표 차 례

Table 1. Comparison of general characteristics between the three groups 11
Table 2. Abdominal injury according to collision type ····· 14
Table 3. Abdominal injury according to Deformation extent zone ····· 16
Table 4. Multiple Logistic Regression on Serious Abdominal Injury ····· 18

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

국 문 요 약

차량 교통사고에서 충돌 유형과 파손 정도가 탑승자 복부손상에 미치는 영향

목적 : 본 연구의 목적은 충돌유형과 차량 파손정도가 탑승자 복부손상에 어떠한 영향을 미치는지 확인하는 것이다.

방법 : 본 연구는 KIDAS(Korean In-Depth Accident Study) 자료를 활용한 후향적 관찰연구이다. 본 연구에서는 대상자들을 AIS(Abbreviated Injury Scale) 점수에 따라 복부손상이 없는, 경미한 복부손상, 심각한 복부손상의 세 군으로 분류하였다. 충돌유형은 CDC(Collision Deformation Classification)의 1-3 번째 컬럼(Column)인 '힘의 방향(Force Direction)'과 '파손 구역(Area of Deformation)'을 이용하여 정면, 좌측면, 우측면, 후면, 전복, 다중충돌로 분류하였고, 차량 파손정도는 7번째 컬럼인 '파손 정도(Deforamtion Extent)'를 이용하여 1-2를 Zone 1, 3-5 Zone 2, 6 이상을 Zone 3로 분류하였다. 본 연구는 각 군의 일반적인 특성(성별, 연령, 차량유형, 안전벨트 착용유무, 충돌유형, 차량 파손정도 등)을 비교하였고, 충돌유형과 파손정도에 따른 복부손상의 발생과 장기 손상을 비교하였다.

결과 : 2011~2018년 KIDAS 자료의 대상자 중 2,511명의 자료가 분석에 활용되었다. 심각한 복부손상군은 5.5%(138명), 경미한 복부손상군은 16.7%(420명), 복부손상이 없는 군은 77.8%(1,953명)이었다. 복부손상이 심각한 군은 정면 충돌의 비율이 65.9%로 다른 두 군(No injury : 48.8, Minor : 54.5%)보다 높았고, 파손 정도 구간 3의 비율 또한 28.3%로 다른 두 군 (No injury : 13.9%, Minor : 22.6%)보다 높았다($p<0.05$). 충돌 유형에 따른 심각한 복부 손상의 발생은 정면 충돌이 7.1%로 가장 높았다. 충돌유형에 따른 심각한 장기 손상의 발생은 비장은 좌측면 충돌에서 3.4%, 장은 정면충돌에서 2.3%, 장간막은 다중충돌에서 2.5%로 다른 충돌유형에 비해 높았다($p<0.05$). 파손 구간이 Zone 1에서 3으로 증가할수록 심각 한 복부손상의 발생 비율은 13.1%,

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

24.5%, 26.6%로 증가하였고, 장기 손상 발생 비율은 간, 비장, 신장, 장에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 로지스틱 회귀분석 결과 심각한 복부손상 발생에 대한 Odds Ratio는 충돌방향에서는 정면에 비해 후면이 0.168(0.040-0.705)로 낮았으며, 파손구간이 1에 비해 2는 3.698(1.984-6.891), 3은 5.700(0.2691-12.073)로 높았으며, 안전벨트 착용은 미착용보다 0.567(0.698-0.873)로 낮았다.

결론 : 충돌방향에 따라 심각한 복부손상의 발생은 차이가 있었다. 심각한 복부손상의 발생은 정면, 전복, 다중충돌 순으로 많았고, 후면충돌은 정면 충돌에 비해 복부손상의 발생 확률이 0.42배 낮았다. 파손정도에 따른 심각한 복부손상의 발생은 파손구간이 1에서 3으로 커질수록 증가하였고, 심각한 복부손상의 발생확률은 파손구간이 1인경우에 비해 2인경우 2.3배, 3인경우 2.8배 높았다.

핵심되는 말 : 복부손상, 차량 교통사고, 충돌유형, 차량 파손정도

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제1장 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

교통사고로 인한 사망자 수는 2016년에 135만 명(전체 사망자 수의 2.5%)으로 여러 주요 영역(법령, 사고 후 치료 접근성 등)에서의 진전에도 불구하고 꾸준히 증가하였고, 여전히 주요 사망원인(전 연령: 8위, 5~29세: 1위) 중 하나이다[1].

교통사고로 인한 사망자 수를 줄이기 위해 중증외상 여부를 빠르게 판단하고 적절한 시간에 적절한 기관에서 치료를 받도록 하는 것은 매우 중요하다[2-4]. 그러나 현장에서 응급의료인이 중증외상 여부를 빠르게 판단하는 것은 쉬운 일이 아니다. 사고 발생 후 탑승자는 다양한 신체 부위에 손상을 받을 수 있다. 그중 복부 손상은 상당한 출혈이 발생해도 초기에 증상이나 징후가 뚜렷하지 않을 수 있고, 환자의 이환율과 사망률이 높다[5-6].

복부 손상은 차량 내부 물체와의 직접적인 충격(핸들, 대시보드 등), 갑작스러운 감속(감속으로 인하여 장기가 관성과 다른 움직임을 보일 때 발생)[6], 때때로는 안전벨트로 인해 발생한다[7-8]. 복부 손상의 양상은 탑승 위치, 보호장비, 충돌 유형, 차량 파손 정도 등에 의해 달라질 수 있다.

탑승 위치가 충돌 위치와 가까울 경우 심각한 복부 손상(AIS 3+, Abbreviated Injury Scale) 많이 발생하였고, 같은 정면충돌이라도 손상을 받는 장기는 탑승 위치에 따라 달랐다(1열 : 간, 2열 : 소장)[9-11].

충돌 유형에 따라서도 심각한 복부 손상 발생 비율은 차이가 있었다. 한 연구에서는 정면충돌사고가 측면충돌(좌, 우 모두)보다 심각한 복부손상의 발생비율이 높다는 결과를 보여주었다[16]. 충돌 유형에 따른 복부 내 장기 손상

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

은 충돌 유형과 해부학적으로 위치가 가까운 장기들이 많았다[10,16,18].

안전벨트 착용 여부와 복부 손상에 관한 연구에서는 상반된 의견이 있었다. 대부분의 연구들은 안전벨트가 복부 손상에 대하여 보호 효과가 있다고 하였으나[9-10], 몇몇 연구들은 안전벨트로 인해 손상이 발생한다고 하였다[7-8].

에어백의 경우에는 전개 여부가 복부 손상에 대하여 보호 효과가 없거나 오히려 증가시킬 수 있다고 하였다[12-15].

손상 환자를 위한 현장 중증도 분류 가이드라인에서는 탑승자 교통사고에서 차량 내부 함입 혹은 지붕의 파손이 30cm(12 inches) 이상이거나 탑승자 구역으로의 함입이 45cm(18 inches)인 경우에 중증외상센터로 이송하는 것을 권장하고 있다[4]. 한 연구에서는 탑승자 구역으로의 내부 함입이 15cm가 증가할 때 마다 심각한 복부 손상 발생 확률은 운전석일 경우 1.32배, 조수석일 경우 1.56배씩 증가한다고 하였다[17]. 이렇듯 차량 파손정도는 환자의 중증도를 나타내는 지표로 활용되고 있다.

이전 연구들은 정면충돌에서 실제 사고에서 나타날 수 있는 충돌 유형들이 제외된 경우가 많았다. 그리고 이전 연구들은 속도 변화량과 차량 변형정도의 수치적 자료(inch, cm)가 사고 심각도를 나타내는 지표로 사용하였다. 그러나 실제 응급 현장에서 속도 변화량과 차량변형량의 수치적 자료를 수집하는 것은 현실적으로 어렵고, 응급의료진은 바로 눈으로 확인된 차량 변형량을 가지고 환자의 예후를 추정할 것이다. 본 연구는 실제 교통사고에서 나타날 수 있는 다양한 충돌 유형을 포함하고, 현장에서 쉽게 활용 가능한 CDC(Collision Deformation Classification)의 Deformation extent를 사고 심각도의 대체지표로 활용하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

1.2 연구목적

본 연구의 목적은 탑승자 교통사고에서 충돌 유형과 차량 파손 정도가 복부손상에 어떠한 영향을 미치는지 확인하는 것이다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제2장 연구 방법 및 자료원

2.1 연구설계와 연구대상자의 윤리적 보호

본 연구는 실사고 조사기반의 후향적 관찰연구로 진행되었다. 그리고 연세대학교 원주세브란스기독병원 연구윤리위원회의 승인을 받았다 (IRB Approval No. CR313137).

2.2 자료원

본 연구는 한국형 자동차사고 심층분석 조사(Korea In-Depth Accident Study, KIDAS)자료를 사용하였다[20]. KIDAS는 병원 응급실에 내원한 탑승자 교통사고 환자에게 사고 조사에 대한 동의를 얻은 후 실사고 조사를 시행한다. KIDAS는 2011년에 시작되었고, 2018년까지 총 5개의 대학병원이 참여하였다. KIDAS는 실사고 조사를 통해 환경적 요인(사고도로, 날씨, 광원 등), 물리적 요인(사고차량의 파손 부위 및 파손 정도, 차종, 탑승위치, 안전장치 사용유무, 에어백 전개유무 등)에 대한 정보를 획득하고, 영상기록을 포함한 병원의무기록을 통해서 인적 요인(환자의 성별, 나이, 키, 몸무게 등)과 상해결과(손상 부위 및 중증도 등)에 대한 정보를 획득한다.

KIDAS에서 사고 차량의 파손에 대한 정보는 1970년 SAE(Society of Automotive Engineers) Automotive Engineering Congress에서 발표된 CDC(Collision Damage Classification)를 이용하여 분류 및 수집하고 있고[21], 환자의 인체손상에 대한 정보는 약식상해등급(Abbreviated Injury Scale, AIS)과 손상중증도점수(Injury Severity Score, ISS)를 이용하여 분류 및 수집하고

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

있다. AIS의 버전은 2008년도에 업데이트 된 2005 AIS를 사용하고 있다[22].

2.3 분석 변수 및 조작적 정의

2.3.1 충돌 유형과 파손 정도

CDC의 1-3번 Column을 이용하여 충돌유형을 분류하였다. 충돌유형이 1개만 있는 경우에는 정면(Frontal), 좌측면(Left Side), 우측면(Right Side), 후면(Rear) 4가지로 분류하였고, 충돌이 2번 4이상 있었던 경우에는 다중충돌(Multiple)로 분류하였다. 단, 전복(Rollover) 사고는 충돌 횟수와는 관계없이 충돌이 없이 전복된 경우, 충돌 후 전복된 경우 모두를 전복사고로 분류하였다.

CDC에 의하면 차량의 파손정도는 1에서 9의 값을 갖는다(Fig 2). 차량 파손정도는 충돌방향이나 차량의 종류에 따라 다르지만 보통 정면충돌에서 타이어 전 범퍼 까지를 1에서 2의 값을, 앞 유리까지 변형된 경우를 6이상의 값을 갖게 된다. 따라서 차량의 파손정도를 추가적으로 1-2를 1구간, 3-5를 2구간, 6이상을 3구간의 3개 구간으로 범주화 하였으며, 다중충돌 혹은 전복사고의 경우에는 충돌 유형과 관계없이 가장 큰 파손정도를 이용하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

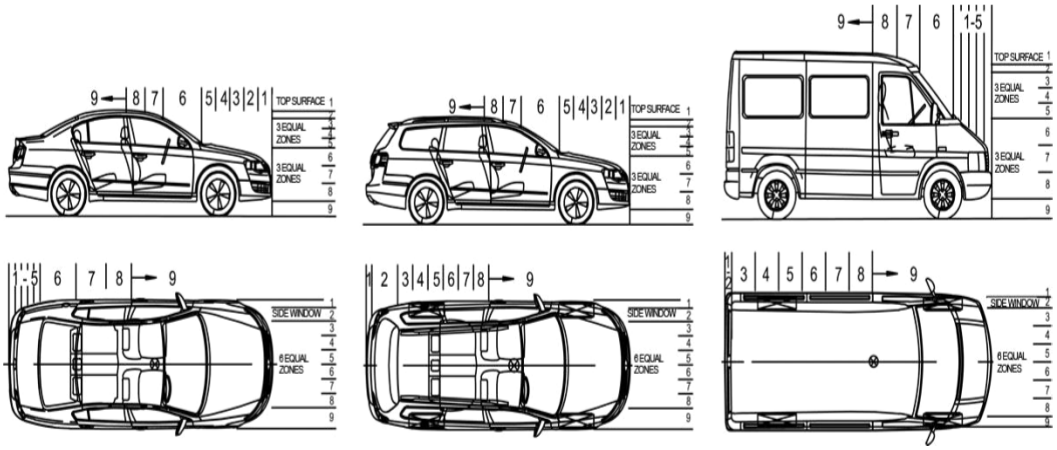

Fig 1. Deformation Extent of Collision Deformation Classification(CDC)

2.3.2 약식상해등급(AIS)과 복부손상

AIS는 신체 영역에 따라 AIS1(머리 및 목), AIS2(안면부), AIS3(흉부), AIS4(복부), AIS5(사지 및 골반), AIS6(기타 외부)의 6영역으로 나누고, 각 부위별 손상 정도에 따라 1~6점을 부여한다. 3점 이상은 심각한 손상으로 간주하며 6점은 치명적인 손상을 의미한다[22].

대상자의 복부 손상 유무는 신체 영역 중 복부에 해당하는 AIS code가 있는 경우 복부손상이 있다고 판단했다. 본 연구에서는 복부 손상이 있는 대상자를 AIS가 1~2인 대상자를 Minor, 3이상인 대상자를 Serious로 분류하였다. 손상 받은 장기와 중증도는 복부의 AIS code를 분석하여 분류하였다. 복부 내 장기는 간, 비장, 신장, 췌장, 장(대장, 소장), 장간막, 기타로 분류하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2.4 연구 대상자

총 3,697명의 탑승자 중 15세 이하인 경우, 탑승 차량이 버스 혹은 대형트럭인 경우, 3열 이후에 탑승한 경우, 차량 파손양상이 “swipe”인 경우를 제외한 2,511명이 분석에 포함되었다.

분석에 포함된 대상자를 복부손상이 없는 군, 복부손상이 경미한 군, 복부손상이 심각한 군으로 나누었다. 대상자들은 복부손상이 없는 군이 1,953명(77.8%), 복부손상이 경미한 군은 420명(16.7%), 복부손상이 심각한 군은 138명(5.5%)으로 분류되었다(Fig 2).

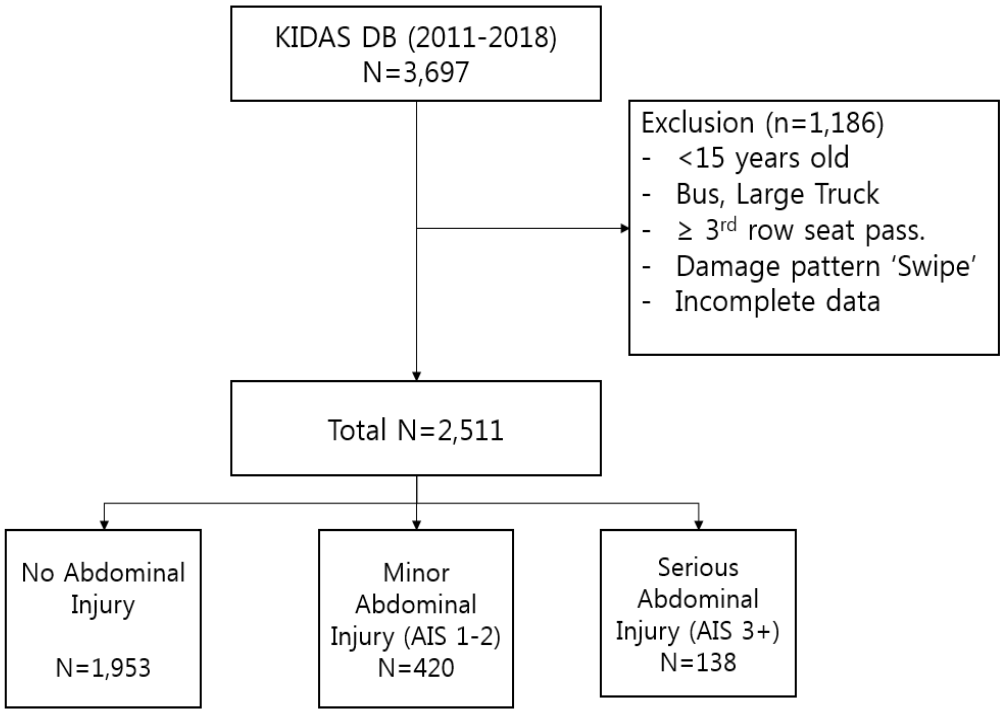

Fig 2. Research Flow Chart

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2.5 통계적 분석 방법

통계분석에는 SPSS(version 21.0, IBM Inc., Chicago, USA)를 이용하였다. 명목변수의 비교는 x^2-Test 혹은 Fisher's Exact Test를 이용하여 빈도 및 백분율로 표기하였고, 연속변수의 비교는 독립변수의 개수에 따라 T-test 혹은 ANOVA (Analysis of Variance)를 이용하여 평균과 표준편차로 기록하였다. AIS와 ISS와 같이 정규본포를 따르지 않는 변수는 Mann-whitney U test 혹은 Kruskal Wallis H Test를 이용하여 중위수와 사분위수 범위로 기록하였다. 복부손상에 영향을 주는 요인을 확인하기 위하여 Multiple Logistic Regression을 이용하였다. 통계적 유의성은 p값이 0.05 미만이면 유의하다 판정하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제3장 결과

3.1 각 군간의 일반적인 특성 비교

표 1은 대상자들을 복부손상이 없는 군(No Injury), 복부손상이 경미한 군(Minor), 복부손상이 심각한 군(Serious)으로 나누어 일반적인 특성을 비교하였다. 복부손상이 없는 군은 평균 체질량지수가 23.6 kg/m^2, 복부손상이 경미한 군은 24.4 kg/m^2, 복부손상이 심각한 군은 23.7 kg/m^{2}로 군 간 차이를 보였다($p<0.05$). 대상자들의 사고 당시 탑승위치 중 운전자의 비율이 복부손상이 심각한 군의 경우 74.6%로 복부손상이 없는 군(65.3%), 복부손상이 경미한 군(65.2%)보다 높았다($p<0.05$). 대상자들의 안전벨트 착용률은 복부손상이 심각한 군이 55.1%로 복부손상이 없는 군(66.7%), 복부손상이 경미한 군(58.6%)보다 낮았다($p<0.01$). 정면 에어백과 측면 에어백의 전개율은 복부손상이 심각한 군이 27.5%, 4.3%로 복부손상이 없는 군(22.1%, 3.1%), 그리고 복부손상이 경미한 군(33.3%, 6.0%)과 차이를 보였다($p<0.05$). 모든 군이 충돌유형 중 정면충돌의 비율이 가장 높았는데, 정면충돌의 비율은 복부손상이 심각한 군이 65.9%로 복부손상이 없는 군(48.8%), 복부손상이 경미한 군 (54.5%)보다 높았다($p<0.05$). 복부손상이 심각한 군의 차량 파손 정도의 중앙값(사분위수)은 4(3-6)로 복부손상이 없는 군(3(2-4))과 복부손상이 경미한 군(3(2-5))보다 높았다($p<0.01$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 1. Comparison of general characteristics between the three groups

Variables	No Injury	Minor (AIS 1-2)	Serious (AIS 3+)	Total	p-value
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Participants	1,953	420	138	2,511	
Sex					
Male	1,188 (60.8)	267 (63.6)	93 (67.4)	1,548 (61.6)	0.208
Female	765 (39.2)	153 (36.4)	45 (32.6)	963 (38.4)	
Age (years)					
mean±S.D.	45.4±15.7	44.1±15.9	46.4±15.7	45.4±15.7	0.393
Height (cm)					
N	1,513	144	100	1,757	0.937
Mean±S.D.	166.8±9.3	167.0±9.2	167.1±7.9	166.8±9.2	
Weight (kg)					
N	1,514	144	100	1,758	0.095
Mean±S.D.	66.1±12.7	68.5±14.7	66.5±12.5	66.3±12.9	
BMI (kg/m^2)					
N	1,500	143	100	1,743	<0.05
Mean±S.D.	23.6±3.6	24.4±4.2	23.7±3.6	23.7±3.6	
Seating Position					
Driver	1,275 (65.3)	274 (65.2)	103 (74.6)	1,652 (65.8)	<0.05
Front passenger	422 (21.6)	105 (25.0)	23 (16.7)	550 (21.9)	
2nd row passenger	256 (13.1)	41 (9.8)	12 (8.7)	309 (12.3)	
Vehicle Type					
Sedan	1,112 (56.9)	236 (56.2)	80 (58.0)	1,428 (56.9)	0.296
SUV	392 (20.1)	93 (22.1)	19 (13.8)	504 (20.1)	
Van	171 (8.8)	30 (7.1)	12 (8.7)	213 (8.5)	
Light Truck	278 (14.2)	61 (14.5)	27 (19.6)	366 (14.6)	

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Seat Belt					
N	1,897	403	136	2,436	
Fasten	1,265 (66.7)	236 (58.6)	75 (55.1)	1,576 (64.7)	<0.001
Unfasten	632 (33.3)	167 (41.4)	61 (44.9)	860 (35.3)	
Airbag Deployment					
Frontal	431 (22.1)	140 (33.3)	38 (27.5)	609 (24.3)	<0.001
Curtain	61 (3.1)	25 (6.0)	6 (4.3)	92 (3.7)	<0.05
Seat	44 (2.3)	15 (3.6)	7 (5.1)	66 (2.6)	0.056
Knee	21 (1.1)	2 (0.5)	2 (1.4)	25 (1.0)	0.458
Collsion Type					
Frontal	953 (48.8)	229 (54.5)	91 (65.9)	1,273 (50.7)	
Left-side	159 (8.1)	33 (7.9)	12 (8.7)	204 (8.1)	
Right-side	129 (6.6)	41 (9.8)	5 (3.6)	175 (7.0)	
Rear-end	251 (12.9)	16 (3.8)	3 (2.2)	270 (10.8)	<0.001
Rollover	276 (14.1)	64 (15.2)	13 (9.4)	353 (14.1)	
Multiple Collision	185 (9.5)	37 (8.8)	14 (10.1)	236 (9.4)	
Deformation Extent					
Median [IQR]	3 [2-4]	3 [2-5]	4 [3-6]	3 [2-4]	<0.001
Deformation Zone					
Zone1 (Extent 1-2)	854 (43.7)	125 (29.8)	21 (15.2)	1,000 (39.8)	
Zone 2 (Extent 3-5)	828 (42.4)	200 (47.6)	78 (56.5)	1,106 (44.0)	<0.001
Zone 3 (Extent 6-9)	271 (13.9)	95 (22.6)	39 (28.3)	405 (16.1)	

BMI : Body Mass Index, SUV : Sports Utility Vehicle, S.D. : Standard Deviation, IQR : Interquartile Range

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3.2 충돌 유형에 따른 복부손상

표 2는 충돌방향에 따른 복부내 장기손상과 심각한 복부손상(AIS≥3)의 발생비율을 나타낸 표이다. 복부내 장기별로 충돌방향에 따라 발생비율의 차이가 있었다. 간 손상의 경우 우측면 충돌에서의 발생비율이 8.6%로 다른 충돌방향보다 높았다($p<0.01$). 비장은 좌측면 충돌에서 5.4%로 다른 충돌방향보다 높았고($p<0.01$), 심각한 비장손상 또한 3.4%로 다른 충돌방향 보다 높았다($p<0.01$). 장 손상은 다중충돌에서 3.0%로 가장 높았으나($p<0.05$), 심각한 장 손상의 발생은 정면충돌에서 2.3%로 가장 높았다($p<0.05$). AIS 3 이상의 심각한 복부손상의 발생은 정면충돌에서 7.1%로 다른 충돌방향보다 가장 높았다($p<0.01$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 2. Abdominal injury according to collision type

Abdominal Injuries	Frontal N (%)	Left-side N (%)	Right-side N (%)	Rear N (%)	Rollover N (%)	Multiple N (%)	Total N (%)	p-value
N	1,273 (50.6)	204 (8.1)	175 (7.0)	270 (10.7)	353 (14.0)	236 (9.4)	2,511 (100.0)	
Injured organs								
Liver (All)	102 (8.0)	9 (4.4)	15 (8.6)	4 (1.5)	20 (5.7)	9 (3.8)	159 (6.3)	<0.001
Liver (≥ 3)	35 (2.7)	5 (2.5)	4 (2.3)	1 (0.4)	8 (2.3)	5 (2.1)	58 (2.3)	0.342*
Spleen (All)	28 (2.2)	11 (5.4)	2 (1.1)	0	4 (1.1)	4 (1.7)	49 (2.0)	<0.001*
Spleen (≥ 3)	17 (1.3)	7 (3.4)	0	0	1 (0.3)	0	25 (1.0)	<0.001*
Kidney (All)	20 (1.6)	6 (2.9)	2 (1.1)	1 (0.4)	10 (2.8)	6 (2.5)	45 (1.8)	0.139*
Kidney (≥ 3)	8 (0.6)	1 (0.5)	2 (1.1)	0	4 (1.1)	2 (0.8)	17 (0.7)	0.586*

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Pancreas (All)	15 (1.2)	1 (0.5)	1 (0.6)	0	0	2 (0.8)	19 (0.8)	0.153*
Pancreas (≥ 3)	10 (0.8)	0	0	0	0	2 (0.8)	12 (0.5)	0.567*
Bowel (All)	36 (2.8)	3 (1.5)	0	1 (0.4)	3 (0.8)	7 (3.0)	50 (2.0)	<0.05*
Bowel (≥ 3)	29 (2.3)	3 (1.5)	0	0	2 (0.6)	5 (2.1)	39 (1.6)	<0.05*
Mesentery & Omentum (ALL)	34 (2.7)	2 (1.0)	1 (0.6)	1 (0.4)	1 (0.3)	9 (3.8)	48 (1.9)	<0.05*
Mesentery & Omentum (≥ 3)	18 (1.4)	0	0	1 (0.4)	0	6 (2.5)	25 (1.0)	<0.05*
Vessel (ALL)	13 (1.0)	1 (0.5)	0	1 (0.4)	2 (0.6)	3 (1.3)	20 (0.8)	0.551*
Other (ALL)	18 (1.4)	2 (1.0)	1 (0.6)	0	4 (1.1)	2 (0.8)	27 (1.1)	0.432*
Injury Severity								
Serious AI (≥ AIS 3)	91 (7.1)	12 (5.9)	5 (2.9)	3 (1.1)	13 (3.7)	14 (5.9)	138 (5.5)	<0.001

*: Kruskal Wallis Test, AI : Abdominal Injury

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3.3 파손 정도 구간에 따른 복부손상

표 3은 차량의 파손 정도를 3개의 구간으로 나누어 복부 내 장기 손상과 심각한 복부손상의 발생률을 나타낸 표이다. 간 손상의 발생(3.0%, 7.5%, 11.4%)과 심각한 간 손상의 발생(0.9%, 2.9%, 4.2%)은 모두 파손정도의 구간이 커짐에 따라 증가하였다($p<0.01$). 비장 손상의 발생(0.5%, 2.6%, 3.7%)과 심각한 비장손상(0, 1.4%, 2.2%)의 발생은 모두 파손정도의 구간이 커짐에 따라 증가하였다($p<0.01$). 신장 손상의 경우 0.6%, 2.4%, 3.0%로 파손정도의 구간이 커짐에 따라 증가하였으나($p<0.01$), 심각한 신장 손상의 발생은 통계적 차이를 보이지 않았다. 장 손상의 발생은 0.6%, 2.9%, 3.0%로 파손정도 구간이 커짐에 따라 증가하였으나($p<0.01$), 심각한 장손상의 발생은 0.4%, 2.4%, 2.2%로 파손정도에 따라 차이가 있었다($p<0.01$). 복강내 혈관 손상은 파손정도에 따라 0.1%, 1.3%, 1.2%로 파손정도 구간에 따라 차이가 있었고($p<0.05$), 기타 복부손상은 0.4%, 1.2%, 2.5%로 파손정도 구간이 증가함에 따라 증가하였다($p<0.01$). 심각한 복부손상(AIS$\geq$3)의 발생은 13.1%, 24.5%, 26.6%로 파손정도가 증가함에 따라 증가하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 3. Abdominal injury according to Deformation extent zone

	Zone 1 N (%)	Zone 2 N (%)	Zone 3 N (%)	Total N (%)	p-value
N	1,000 (39.8)	1,106 (44.0)	405 (16.1)	2,511	
Injured organs					
Liver (ALL)	30 (3.0)	83 (7.5)	46 (11.4)	159 (6.3)	<0.001
Liver (≥ 3)	9 (0.9)	32 (2.9)	17 (4.2)	58 (2.3)	<0.001
Spleen (ALL)	5 (0.5)	29 (2.6)	15 (3.7)	49 (2.0)	<0.001
Spleen (≥ 3)	0	16 (1.4)	9 (2.2)	25 (1.0)	<0.001*
Kidney (ALL)	6 (0.6)	27 (2.4)	12 (3.0)	45 (1.8)	<0.001
Kidney (≥ 3)	3 (0.3)	9 (0.8)	5 (1.2)	17 (0.7)	<0.05*
Pancreas (ALL)	5 (0.5)	11 (1.0)	3 (0.7)	19 (0.8)	0.425*
Pancreas (≥ 3)	3 (0.3)	7 (0.6)	2 (0.5)	12 (0.5)	0.452*
Bowel (ALL)	6 (0.6)	32 (2.9)	12 (3.0)	50 (2.0)	<0.001
Bowel (≥ 3)	4 (0.4)	26 (2.4)	9 (2.2)	39 (1.6)	<0.001*
Mesentery & Omentum (ALL)	7 (0.7)	30 (2.7)	11 (2.7)	48 (1.9)	<0.05
Mesentery & Omentum (≥3)	4 (0.4)	18 (1.6)	3 (0.7)	25 (1.0)	0.163*
Vessel(ALL)*	1 (0.1)	14 (1.3)	5 (1.2)	20 (0.8)	<0.05*
Other(ALL)*	4 (0.4)	13 (1.2)	10 (2.5)	27 (1.1)	<0.05*
Injury Severity					
Serious AI (3 ≥ AIS)	35 (13.1)	92 (24.5)	42 (26.6)	169 (21.1)	<0.001

*: Kruskal Wallis Test, AI : Abdominal Injury

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3.4 심각한 복부손상에 대한 로지스틱 회귀분석

표 4는 심각한 복부손상에 대한 충돌 유형과 차량 파손정도의 영향정도를 확인하기 위하여 Logistic Regression를 시행한 결과 표이다. 심각한 복부손상의 발생에 대한 Odds Ratio는 안전벨트의 미착용에 비해 착용의 경우 0.567(0.698-0.873)로 낮았고, 정면충돌에 비해 후면충돌의 경우 0.168로 (0.040-0.705) 낮았다. 파손 정도 구간의 Odds ratio는 Deformation Zone 1에 비해 Zone 2가 3.698(1.984-6.891), Zone 3가 5.700(2.691-12.073)로 높았다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 4. Multiple Logistic Regression on Serious Abdominal Injury

	Variables	Odds ratio	95% CI
Sex	Male	Ref	
	Female	1.113	0.679-1.824
	Age	0.998	0.984-1.011
	BMI	0.996	0.940-1.055
Vehicle Type	Sedan	Ref	
	SUV	0.705	0.366-1.355
	Van	0.699	0.345-1.417
	Light Truck	1.152	0.566-2.347
Seating Position	2nd row passenger	Ref	
	Driver	1.753	0.794-3.870
	1st row right	0.968	0.394-2.379
Seatbelt	Unfasten	Ref	
	Seatbelt Fasten	0.567	0.698-0.873
Frontal Airbag	Non-deployment	Ref	
	Deployment	0.944	0.568-1.569
Curtain Airbag	Non-deployment	Ref	
	Deployment	1.239	0.416-3.692
Collision Type	Frontal Collision	Ref	
	Left-side Collision	0.687	0.283-1.670
	Right-side Collision	0.675	0.259-1.758
	Rear Collision	0.168	0.040-0.705
	Rollover	0.450	0.200-1.014
	Multiple Collision	0.966	0.487-1.917
Deformation Extent Zone	Deformation Zone 1	Ref	
	Deformation Zone 2	3.698	1.984-6.891
	Deformation Zone 3	5.700	2.691-12.073
	Constant	0.034	

*Hosmer & Lemeshow Test : X2=12.2223, p-value = 0.142, r2=0.113 *Area Under the Curve of Receiver Operating Characteristic Curve : 0.737

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제4장 논의

4.1 방법론적 타당성

본 연구에서는 충돌유형을 CDC(Collison Deformation Classification)의 PDoF와 파손면을 이용하여 정면, 좌측면, 우측면, 후면, 전복, 다중충돌(2개 이상의 충돌방향을 가짐)로 분류하였으며, 실제 상황에서 발생할 수 있는 다중 충돌과 같은 다양한 충돌유형을 포함하여 분석하였다. 차량 변형량은 충돌속도 및 속도변화량은 관계가 있다. 실례로 EES(Energy Equivalent Seed)는 차량 변형량을 통해 사고 당시 속도정보를 추정하고 있다[23,25]. 또한 이전연구에서는 차량변형량이 증가함에 따라 유효충돌속도가 함께 증가하는 경향성에 대해 보고한 연구도 있었다[24]. 속도 변화량은 사고의 심각도를 가장 정확하게 반영하는 지표이다. 그러나 실제 응급현장에서 속도 변화량을 알기는 어렵다. 따라서 대게 차량변형량은 사고 심각도를 평가하는 대체지표로 활용된다. 손상환자를 위한 현장 중증도 분류 가이드라인은 탑승자 교통사고에서 차량 내부 함입 혹은 지붕의 파손이 30cm(12 inches) 이상이거나 탑승자 구역으로의 함입이 45cm(18 inches)인 경우에 중증외상센터로 이송하는 것을 권장하고 있다[4]. 그러나 실제 현장에서 응급의료인이 차량 변형량을 수치적으로 측정하는 것은 어려우며, 결국 해당 파손이 기준치 이상 파손이 되었는지를 눈으로 확인을 할 것이다. 따라서 본 연구는 실제 현장에서 쉽게 차량 파손을 구분할 수 있는 CDC의 Deformation extent를 사고 심각도를 평가하는 대체지표로 활용하였다. 이전의 연구에서도 차량 변형량을 구간을 범주화하였고, 해당 구간들에 따라 탑승자 중증도가 함께 증가하는 양상을 보였다[26]. 차량 변형구간이 증가하면서 MAIS와 ISS는 증가하는 경향을 보였는데, Zone 1에

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

서는 MAIS와 ISS가 1[1-2]과 3[1-6], Zone 2에서는 2[1-3]와 6[2-13], Zone 3에서는 3[2-3]과 10[5-19]이었다.

4.2 주요 결과 및 해석

본 연구는 차량탑승자 교통사고에서 충돌방향과 파손정도가 탑승자의 심각한 복부손상에 어떠한 영향을 주는지 확인하기 하는 것을 목적으로 진행되었고, 이를 위해 복부 손상 정도에 따라 분류한 군간 비교, 충돌방향과 파손정도에 따른 복부 손상 비교, 로지스틱 회귀분석을 진행하였다. 먼저 세 군의 일반적인 특성을 비교하였을 때, 세 군은 체질량지수, 탑승 위치, 안전벨트, 에어백 전개여, 충돌방향과 파손정도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

BMI는 다른 두 군보다 Minor한 복부손상이 있는 군이 평균 값이 높았고, 사후 분석결과 복부손상이 없는 군과 복부손상이 Minor한 군 간에서 유의한 차이를 보였다. Arbabi Saman, et al (2003)의 연구에서 Overweight 군은 전체 신체부위 중 복부의 maximum AIS 가장 낮았고(Head 1.3, Thoracic 1.3, Abdomen 0.6, Upper extremity 1.3, Lower extremity 2.3), 다른 두 군(lean, Obese)과 비교하여도(Overweight - 0.6, Lean 1.4, Obese 1.3) 낮은 값을 보였다[27]. 이를 통해 본 연구에서 나타난 Minor한 복부 손상이 있는 군이 Overweight에 대한 비율이 32.9%(95명)로 다른 두 군(27.0%, 28.0%)보다 높인 것은 “Cushion Effect”에 의한 결과로 사료된다.

복부손상이 심각한 군에서 다른 두군보다 운전자가 많았다. 운전자는 이전 연구들에서 알려진 Steering Wheel에 의한 부하가 복부손상을 야기한 것으로 판단된다[28-29].

복부손상이 없는 군은 다른 두 군보다 안전벨트 착용률이 높았고, 복부손

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

상이 심각한 군이 다른 두 군보다 낮았다(No injury 66.7%, Minor 58.6%, Serious 55.1%). 안전벨트는 교통사고에서 탑승자의 상해를 줄여준다는 견해가 보편적이다. 신체 부위 중 복부는 안전벨트 착용 시 안전벨트 자체가 복부를 압박하여 그로 인해 손상이 발생할 수 있다는 견해도 있지만[7-8], 본 연구 결과는 많은 연구들에서 보여주는 안전벨트의 복부손상에 대한 보호적인 효과와 유사하다고 판단된다.

정면에어백, 커튼에어백의 전개비율이 다른 두 군보다 복부손상이 Minor 한 군에서 높은 수치를 보였다. 각 군간 에어백 전개율을 비교하였을 때, 복부손상이 없는 군과 복부손상이 경미한 군 사이에서만 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 복부 손상이 경미한 군에서 에어백의 전개율이 높은 것은 에어백이 전개될 만큼의 충격량을 가진 사고가 포함되었다고 볼 수 있겠다.

AIS 3점 이상의 복부손상이 가장 많이 발생한 충돌방향은 정면충돌(8.1%)이었고, 다음으로는 다중충돌(7.2%), 전복(6.5%) 순 이었다($p<0.001$). 간 손상은 우측면 충돌에서 8.6%로 가장 많이 발생하였고, 다음으로는 정면(8.0%), 전복(5.7%) 순 이었다($p<0.001$). 안전벨트의 착용은 미착용보다 심각한 복부손상에 대한 발생확률이 0.57배 낮았고, 이는 심각한 복부손상에 대하여 안전벨트의 보호적 효과로 해석할 수 있겠다. 이전 연구들은 정면충돌에서 중증과 비중증 복부손상 비교, 정면과 측면 충돌에서의 중증 복부손상 비교와 같이 실제 사고에서 나타날 수 있는 충돌유형들이 제외된 경우가 많아 비교하는데 한계가 있었다. 한 연구는 정면충돌사고가 측면충돌(좌, 우 모두) 보다 심각한 복부손상의 발생비율이 높다는 결과를 보여주었다[16]. 정면충돌에서는 간 손상이 많았고, 측면충돌에서는 비장 혹은 콩팥 손상이 많았다. 이를 통해 충돌유형에 따른 복부 내 장기 손상은 충돌유형과 해부학적으로 위치가 가까운 장기들이 많은 것을 유추해 볼 수 있다. [10,16,18,19,]. 본 연구의 결과는 또한 선행 연구들과 유사한 경향이 있으며, 추가적으로 이전 연구들에서 다루지 못

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

했던 전복과 다중충돌과 같은 충돌 유형에서 발생하는 심각한 복부 손상과 손상 받는 장기의 자료는 향후 복부손상예측에 활용해 볼 수 있겠다.

기존의 많은 연구들에서는 사고의 심각도를 차량의 파손정도가 아닌 사고 당시의 충돌유효속도를 이용하여 판별하였다. 그러나 실제로 현장에서는 해당 사고의 충돌 유효속도를 알 수 없기에 해당 변수로 탑승자의 복부손상을 예측하는 것은 어렵다. 따라서 본연구에서는 이전 연구들과는 다르게 차량의 파손정도를 1~9로 나누어 분류하는 CDC의 Deformation Extent틀 통해 심각도를 판단하였다. Table 2를 보면 복부 내 장기손상의 발생은 췌장을 제외한 타 장기들은 파손정도가 증가함에 따라 모두 증가하였고, 차량의 파손 정도가 Zone 1에서 3으로 증가함에 따라 AIS 3점 이상의 심각한 복부손상의 발생은 13.1%, 24.5%, 26.6%로 증가하였다. 이는 앞선 연구에서 차량의 Intrusion이 15cm가 증가함에 따라 탑승자의 AIS 3점이상의 심각한 복부손상의 발생이 2배 이상 증가한다는 결과와 유사하다[17]. 실제 응급현장에서는 교통사고의 심각도를 예측할 수 있는 충돌속도나 충돌 유효속도를 알 수 없는 경우가 대다수이며, 차량파손 정도를 측정한 값을 얻기 또한 어렵다. 그러나 Deformation Extent의 경우 차량의 파손정도 즉각적으로 판단 할 수 있으며, Deformation Extent가 증가함에 따라서 실제 복강 내 장기손상과 심각한 복부손상을 증가한 것을 확인하였기에 해당 변수를 탑승자 복부손상을 예측하는 인자로 볼 수 있겠다.

충돌유형과 파손정도는 여러 요인들과 함께 로지스틱 회귀 분석을 한 결과에서도 심각한 복부손상에 유의미한 요인으로 작용하였고, 추가적으로 안전벨트 착용유무가 심각한 복부손상에 대한 유의미한 변수로 작용하였다. 충돌유형과 차량 변형량에 따라 심각한 복부손상 발생확률이 다를 수 있다. 후방충돌은 정면충돌에 비해 매우 낮은 발생확률을 갖고, 차량 변형량은 구간으로 볼 때, 구간이 커짐에 따라 발생확률이 함께 증가하였다. 추가적으로 안전벨트

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

의 착용은 미착용보다 심각한 복부손상에 대한 발생확률이 낮았는데, 이는 심각한 복부손상에 대하여 안전벨트의 보호적 효과로 해석할 수 있겠다. 본 연구의 로지스틱 회귀분석 모델의 AUC는 0.737로 향후 심각한 복부손상을 예측하는데 활용해 볼 수 있겠다.

4.3 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 본 연구에서 활용된 Database는 의료기관 주도로 응급실을 내원한 대상자들에게 동의를 얻어 실사고 조사를 시행하여 자료를 수집하고 있어 표본의 수가 적다. 따라서 충돌유형에 따른 파손정도를 세분화한 분석을 진행하기가 어려웠다. 둘째, 본 연구에서는 사고 당시 속도 변화량에 대한 변수를 분석에 활용하지 않았다. 현재 KIDAS DB에서는 사고당시 충돌속도와 속도 변화량에 대한 값을 사고재현 등을 통해 확보하고 있지만, 여러 요인으로 인해 속도변화량 값을 알 수 없는 경우가 있고, 본 연구는 추후 속도변화량과 같은 추후에 계산되어지는 값 혹은 측정하는 값이 아닌 현장에서 눈으로 확인할 수 있는 차량의 외부 파손정도를 사고 심각도로 이용하여 분석을 진행하려 하였기에 해당 변수를 활용하지 않았다. 추후 속도 변화량 등과 같은 자료를 이용하여 현재의 모델을 검증하거나 세밀화된 모델로 발전시키는데 활용할 수 있겠다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

제5장 결론

충돌방향에 따라 심각한 복부손상의 발생은 차이가 있었으며, 심각한 복부손상의 발생은 정면, 전복, 다중충돌 순으로 많았다. 또한 후면충돌은 정면 충돌에 비해 복부손상의 발생 확률이 0.42배 낮았다. 파손정도에 따른 심각한 복부손상의 발생은 파손구간이 1에서 3으로 커질수록 증가하였다. 또한 심각한 복부손상의 발생확률은 파손구간이 1인경우에 비해 2인경우 3.7배, 3인경우 5.7배 높았다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

참고 문헌

[1] World Health Organization. (2018). Global status report on road safety 2018. World Health Organization.

[2] Committee on Trauma of the American College of Surgeons. (2006). Resources for optimal care of the injured patient 2006. Chicago (IL): American College of Surgeons.

[3] MacKenzie, E. J., Rivara, F. P., Jurkovich, G. J., Nathens, A. B., Frey, K. P., Egleston, B. L., ... & Scharfstein, D. O. (2006). A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. New England Journal of Medicine, 354(4), 366-378.

[4] Sasser, S. M., Hunt, R. C., Faul, M., Sugerman, D., Pearson, W. S., Dulski, T., ... & Cooper, A. (2012). Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage, 2011. Morbidity and Mortality Weekly Report: Recommendations and Reports, 61(1), 1-20.

[5] Jansen, J. O., Yule, S. R., & Loudon, M. A. (2008). Investigation of blunt abdominal trauma. Bmj, 336(7650), 938-942.

[6] ATLS Subcommittee, American College of Surgeons' Committee on Trauma, & International ATLS working group (2013). Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. The journal of trauma and acute care surgery, 74(5), 1363 - 1366. https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31828b82f5

[7] Asbun HJ, Irani H, Roe EJ, Bloch JH. Intra-abdominal seatbelt injury. The Journal of Trauma. 1990 Feb;30(2):189-193.

[8] Hill, J. R., Mackay, G. M., & Morris, A. P. (1994). Chest and abdominal injuries caused by seat belt loading. Accident Analysis & Prevention, 26(1),

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

11-26.

[9] Newgard, C. D., Lewis, R. J., Kraus, J. F., & McConnell, K. J. (2005). Seat position and the risk of serious thoracoabdominal injury in lateral motor vehicle crashes. Accident Analysis & Prevention, 37(4), 668-674.

[10] Klinich, K. D., Flannagan, C. A., Nicholson, K., Schneider, L., & Rupp, J. (2008). Abdominal injury in motor-vehicle crashes. University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute.

[11] Frampton, R., Lenard, J., & Compigne, S. (2012, October). An in-depth study of abdominal injuries sustained by car occupants in frontal crashes. In Annals of Advances in Automotive Medicine/Annual Scientific Conference (Vol. 56, p. 137). Association for the Advancement of Automotive Medicine.

[12] Thor, C. P., & Gabler, H. C. (2009). Abdominal injury with airbag deployment for belted drivers in frontal crashes. Biomed Sci Instrum, 45, 262-267.

[13] Elhagediab, A. M. & Rouhana, S.W. (1998, May). Patterns of abdominal injury in frontal automotive crashes. In The 16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicle.

[14] Lamielle, S., Cuny, S., Foret-Bruno, J. Y., Petit, P., Vezin, P., Verriest, J. P., & Guillemot, H. (2006). Abdominal injury patterns in real frontal crashes: influence of crash conditions, occupant seat and restraint systems. In Annual Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine (Vol. 50, p. 109). Association for the Advancement of Automotive Medicine.

[15] Thor, C. P., & Gabler, H. C. (2009). Abdominal injury with airbag deployment for belted drivers in frontal crashes. Biomed Sci Instrum, 45, 262-267.

[16] Yoganandan, N., Pintar, F. A., Gennarelli, T. A., & Maltese, M. R. (2000). Patterns of abdominal injuries in frontal and side impacts. In Annual

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine (Vol. 44, p. 17). Association for the Advancement of Automotive Medicine.

[17] Newgard, C. D., Lewis, R. J., & Kraus, J. F. (2005). Steering wheel deformity and serious thoracic or abdominal injury among drivers and passengers involved in motor vehicle crashes. Annals of emergency medicine, 45(1), 43-50.

[18] Lee, J. B., & Yang, K. H. (2002). Abdominal injury patterns in motor vehicle accidents: a survey of the NASS database from 1993 to 1997. Traffic Injury Prevention, 3(3), 241-246.

[19] Loo, G. T., Siegel, J. H., Dischinger, P. C., Rixen, D., Burgess, A. R., Addis, M. D., ... & Hodge, P. A. (1996). Airbag protection versus compartment intrusion effect determines the pattern of injuries in multiple trauma motor vehicle crashes. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 41(6), 935-951.

[20] Hee Young Lee., et al., The Importance and utilization plan of database based on actual accident investigation system in korea. Korea Auto-Vehicle Safety Association. 2019;11(3):43 - 47

[21] Society of Automotive Engineers International. Collision Deformation Classification. 2017. SAE Technical Paper J224_201702

[22] Gennarelli TA, Wodzin E. Abbreviated Injury Scale 2005: Update 2008. Barrington, IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2008.

[23] Zeidler, F., Schreier, H. H., & Stadelmann, R. (1985). Accident research and accident reconstruction by the EES-accident reconstruction method. SAE transactions, 399-413.

[24] Kim, S., & Choi, H. Y. (2013). Estimation of injury severity of occupant based on the vehicle deformation at frontal crash accident. Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, 21(2), 63-71.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

[25] Campbell, K. L. (1974). Energy basis for collision severity. SAE Transactions, 2114-2126.

[26] Lee, H. Y., Youk, H., Kim, O. H., Kong, J. S., Kang, C. Y., Sung, S., ... & Lee, K. H. (2018). A predictive model to analyze factors affecting the presence of mild whiplash-associated disorders in minor motor vehicle crashes based on the Korean In-Depth Accidents Study (KIDAS) Database. Traffic injury prevention, 19(sup2), S48-S54

[27] Arbabi, S., Wahl, W. L., Hemmila, M. R., Kohoyda-Inglis, C., Taheri, P. A., & Wang, S. C. (2003). The cushion effect. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 54(6), 1090-1093

[28] Newgard, C. D., Lewis, R. J., & Kraus, J. F. (2005). Steering wheel deformity and serious thoracic or abdominal injury among drivers and passengers involved in motor vehicle crashes. Annals of emergency medicine, 45(1), 43-50.

[29] Horsch, J. D., Lau, I. V., Viano, D. C., & Andrzejak, D. V. (1985). Mechanism of of abdominal injury by steering wheel loading. SAE transactions, 210-219.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

ABSTRACT

The Effect of Collision Type and Deformation Extent on the Occupant's Abdominal Injury in Motor Vehicle Collision

Kang, Chan Young
Department of Medicine
The Graduate School
Yonsei University
Directed by Prof. Kang Hyun Lee

Purpose

The purpose of this study is to determine how the collision type and vehicle's deformation extent affect the occupant's abdominal injury.

Materials and Methods

This study is a retrospective observational study using Korean In-Depth Accident Study (KIDAS) database. Participants were classified into no abdominal injury (No Injury), minor abdominal injury (Minor), and severe abdominal injury (Serious) groups according to the Abbreviated Injury Scale (AIS) score. Collision types were classified as frontal, left- and right-side, rear, rollover, and multiple collisions according to 1 to 3 columns of the Collision Deformation Classification (CDC). The deformation extent was classified into Zone 1 (Exent 1-2), Zone 2 (Exent 3-5), and Zone 3 for (exnent more than 6), using the 7th column. This study compared the characteristics (gender, age, vehicle type, whether or not to wear a seat belt, collision type, vehicle damage, etc.) of each group, and compared the incidence of abdominal and organ injury according to the collision type and deformation extent.

Results

The data of 2,511 participants, extracted from the KIDAS data between 2011 and 2018, were used for analysis. There were 5.5% (138 patients) in the serious abdominal injury group, 16.7% (420 patients) in the mild abdominal injury group, and 77.8% (1,953 patients) in the no abdominal injury group.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

In the serious abdominal injury, the proportion of frontal collision was 65.9%, which was higher than the other two groups (No injury: 48.8, Minor: 54.5%). And the rate of the Zone 3 was also 28.3%, which was higher than the other two groups (No injury: 13.9% ,Minor: 22.6%) ($p<0.05$). The incidence of serious abdominal injuries according to the collsion type was highest in the frontal collision with 7.1%. There was a difference in the collision type in which serious injury (AIS 3+) occurred for each organ. Serious liver injury were most common in frontal collision (2.7%), serious spleen injury in left collision (3.4%), serious bowel injury in frontal collision (2.3%), and serious mesentery and omentum injury in multiple collision (2.5%) ($p. <0.05$).
As the deformation extent zone increased from 1 to 3, the incidence of serious abdominal injury increased to 13.1%, 24.5%, and 26.6%, and the incidence of organ injury showed significant differences in liver, spleen, kidney, and bowel ($p. <0.05$).
As a result of logistic regression analysis, the odds ratio for serious abdominal injury was lower in the collision type, 0.168 (0.040-0.705) in the rear-end collision than in the frontal collision. And the odds ratio for serious abdominal injury was 3.698 (1.984-6.891) in Zone 2 and 5.700 (0.2691-12.073) in Zone 3, which was higher than Zone 1. The Odds Ratio for serious abdominal injuries was 0.567 (0.698-0.873), which was lower in wearing the seat belt than not wearing.

Conclusion

There was a difference in the incidence of serious abdominal injury according to the collision type and the defomration extent. The incidence of serious abdominal injury was in the order of frontal, rolloover, and multiple collisions, and the probability of serious abdominal injury was 0.42 times lower in rear-end collision than in frontal collision. The incidence of serious abdominal injury increased as the deformation extent zone from 1 to 3, and the probability of serious abdominal injury was 2.3 times higher in the zone 2, and 5.7 times in the zone 3 than in the zone 1.

Key words : Abdominal injury, Motor vehicle collision, Collision type, Deformation extent