

목상해 위험도 예측프로그램 (WITkit)의 적용성 검토

A Study on the Application of Whiplash Injury Tool Kit(WITkit)



이수일



김승현



김장욱



변원남

1. 서론

보험업계에 따르면 2009년도 차량사고로 지급된 자동차보험 보험금이 8조4,239억원으로 손해보험·생명보험 보험금 지급액(25조4,094억원)의 33.2%를 차지하였다. 생명보험 지급액은 8조3,279억원으로 자동차보험보다 961억원이 적었다. 자동차보험 지급액이 생보사 전체 지급액을 앞지른 것은 처음이다. 업계에서 나이롱 환자와 과잉수리 문제 등 도덕적 해이가 심각해졌기 때문이라고 분석하고 있다. 실제 지난 2009년도 대인배상 보상처리로 의료기관에 지급한 치료비가 있는 부상자(124만9,791명) 중 입원 경험이 있는 인원이 전체의 58.5%에 달할 정도로 차량 사고자의 입원율이 높다.

우리나라에서 차량사고가 나면 운전석에서 뒷목부터 잡고 내린다는 우스갯소리가 있다. 그런데 이

런 우스갯소리가 사고통계로 입증되면서 보험업계가 개선책을 마련하고자 노력하고 있다. 지난 4월 보험개발원에 따르면 차량 추돌사고가 발생해 목을 다쳤다는 이유로 치료비 명목의 보험금이 지급된 것이 연 3천억원에 달하고 있다고 한다. 경부(頸部)상해로 분류되는 목 부상 치료비가 2005년도(회계연도 기준) 3천66억원, 2006년도 3천251억원, 2007년도 3천92억원, 2008년도 2천921억원, 2009년도 2천829억원으로 최근 5년 평균이 3천억원이 넘었다. (보험개발원)

이는 최근 5년간 연평균 대인 진료비(8천450억원)의 35.9%에 달하고 있다. 이처럼 추돌 사고시 목 부상에 보험금 지급이 많은 것은 도덕적 해이에 대한 우려가 크지만, 부상 정도를 판정할 시스템이 없기 때문이다. 고객이 목을 얼마나 다쳤는지 정확히 파악할 수 없어 보험금이 과다 지급될 여지가 많이 가지고 있는 것이다. 최근에는 보험설

이수일 : 현대해상 교통기후환경연구소 교통안전팀 연구위원, sooillee@hi.co.kr, 직장전화:02-3701-3285, 직장팩스:02-3701-3289
김승현 : 현대해상 교통기후환경연구소 교통안전팀 팀장
김장욱 : 현대해상 교통기후환경연구소 교통안전팀 연구위원, skyblue@hi.co.kr, 직장전화:02-3701-3284, 직장팩스:02-3701-3289
변원남 : 현대해상 교통기후환경연구소 교통안전팀 연구원

계사, 병원 등이 연루된 보험사기도 늘어나고 있다. 지난해 보험사기로 적발된 54,994명 중 자동차보험(41,629명)이 가장 많았다. 이에 따라 보험개발원과 손보업계는 이달 초 영국의 자동차 전문 연구기관인 태참(Thatcham)이 운영 중인 윗킷(WITkit) 시스템을 도입했다. 이 시스템은 시트 안전성, 중량 등 차량 정보와 사고 유형, 파손 정도, 충돌 범위, 탑승자 수, 성별, 화물적재 여부 등 사고정보 및 탑승자정보를 통해 목 상해 정도를 예측하는 것이다.

영국 5개 보험사가 이 시스템을 사용 중이며 이중 3개 보험사는 18%의 보험금 절감 효과를 봤다고 보험개발원은 소개하고 있다. 보험개발원은 내년 3월까지 WITkit시스템을 국내에 적용하도록 국산 승용차를 대상으로 차종별 시트 안정성, 중량 평가 등 기초자료를 생산한다는 계획이다.

본 연구는 목상해에 대한 부상정도를 파악해 주는 WITkit에 대한 소개와 실제 목상해관련 사고 자료에 대한 적용성을 검토하고자 하였다.

II. 기존연구 고찰

1. 경상사고 현황

보험업계의 자료에 따르면 FY2009 (2009.4.1~2010.3.31) 한 해 동안 차대차 추돌사고로 인해 701,746명의 부상자가 발생했으며, 이로 인

〈표 1〉 후면추돌사고의 목상해 인원 (단위:명)

년도	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009
부상자	332,626	332,392	311,320	283,173	289,711

참조 : 보험개발원 자료

〈표 2〉 후면추돌사고 목상해 보험금 (단위:억원)

년도	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009
보험금	3,066	3,251	3,092	2,921	2,829

참조 : 보험개발원 자료

해 지급된 보험금은 약 7,997억원에 이른다. 이중 약 35%인 2,829억원이 목상해 치료를 위해 지급된 보험금인 것으로 추정된다.

2. 목상해 위험도 관련 기존연구

목상해 위험도 관련 기존연구는 실질적인 차량 충돌 시험을 근간으로 한 전용범(2008)의 연구가 국내연구로는 대표적이고 해외연구에서는 스웨덴의 Folksam(2003)¹⁾의 사고데이터 분석연구가 대표적이라 할 수 있다. 본 연구에서는 이 두 연구의 결과를 간략하게 정리하였다.

전용범(2008)의 연구에서는 실제 추돌사고의 목상해 위험도에 대한 객관적이고 합리적인 자료가 부족하여 저속추돌에서의 차량손상형태와 탑승자의 부상위험도를 밝히는 연구를 하였다. 실제 차량충돌시험으로 저속추돌 시 더미를 탑재하여 부상정도를 파악하였다.

실험 전 다양한 후면추돌사고 중에서 특히 매우 낮은 속도의 저속추돌사고를 〈표 3〉과 같이 손상 범위의 정도별로 실제 피해자의 평균치료비를 비교해 보면 손상의 크기에 상관관계가 거의 없다는 것을 알 수 있다.

차량사고에서 탑승자의 부상에 영향을 미치는 주요인자는 차량의 속도변화, 최대가속도, 평균가속도와 이로 인한 NIC(Neck Injury Criteria)

〈표 3〉 손상유형별 평균치료비 및 유효건수

구분	손상범위	평균 치료비 (원)	유효 건수 (건)
A	뒤범퍼 수리(임팩트범 무손상)	641,270	44
B	뒤범퍼 교환(임팩트 손상)	743,543	198
C	뒤사이드멤버(한측), 백패널 등	666,369	515
D	뒤사이드멤버(양측), 트렁크바닥, 루프 등	778,911	248

자료 : 전용범(2008), 저속 후면추돌사고에서의 목상해 위험도 연구

1) Anders Kullgren et al. "Validation of Neck Injury Criteria Using Reconstructed Real-End Crashes with Recorded Crash Pulses", 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicle, 2003

값으로, 저속이라고 생각되는 몇 가지 속도에서 후면추돌을 실시하여 주요인자에 대한 값을 분석연구하였다. 시험차종은 준중형급 동일차량으로 선정하였고 시험속도는 5, 8, 10, 15, 18km/h이며, 시험유형은 1,400kg 중량의 이동벽(Moving Barrier)으로 시험차량을 전폭 후면 추돌하였다. 주요 인자값은 차체에 부착한 가속도 센서에서 추출하였고 NIC값은 시험차량에 탑재한 후면터미에서 계산하여 구하였다. 뒤범퍼커버만 손상되는 경미한 손상은 약 10km/h이하의 속도에서 발생하였고, 이때의 주요 인자별 수치는 속도변화가 10km/h미만, 최대가속도 5g미만, 평균가속도 3g미만이었다.

주요인자가 탑승자의 부상에 미치는 영향에 대한 상관관계는 도로주행 중 발생한 실제 추돌사고 데이터를 활용한 스웨덴 Folksam의 분석연구에 의하여 어느 정도 파악 가능한데, 이 연구에 의하

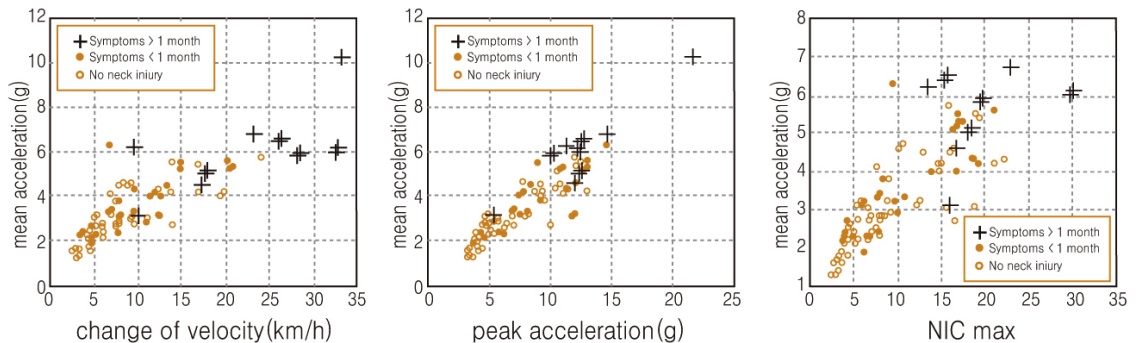
면 <그림 1>에서 알 수 있듯이 속도변화 15km/h 미만, 최대 가속도 10g미만 및 평균가속도 5g 미만에서는 1개월 이상의 장기증상 위험이 거의 없는 것으로 분석되었다.

Folksam은 이 분석을 위해 79건의 사고로 인해 발생된 110명의 사고기록 및 차체데이터를 분석하고 탑승자와 개별전화 인터뷰를 실시하여 부상정도를 없음, 초기증상(1개월미만), 장기증상(1개월이상)으로 구분하였다. 이 분포도를 보면 속도변화 15km/h미만, 최대가속도 10g미만, 평균가속도 5g에서는 탑승자의 대부분이 부상을 입지 않았으며 일부의 부상 사례도 단 한건을 제외하고는 모두 초기증상(1개월미만)에 그쳤다. 이 연구에서 최대 NIC값은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 계산하였고, 이 값이 $15m^2/s^2$ 이하에서는 단 1건만이 장기증상(1개월이상)이었으며, 이것도 평균가속도 5g이하가 되면 단1건의 장기증상도 보이지

<표 4> 후면추돌속도별 손상형태 및 주요인자값

구분		No1	No2	No3	No4	No5
실제 추돌속도(km/h)		5.2	8.5	10.0	15.3	18.3
손상부품		뒤범퍼커버 (갈라짐)	뒤범퍼커버 (파손)	뒤범퍼커버 (파손)	뒤범퍼커버 백패널	뒤범퍼커버 백패널 범퍼스테이
주요 인자	속도변화(km/h)	5.79	7.21	8.22	13.19	14.99
	최대가속도(g)	3.82	4.36	4.29	9.15	9.97
	평균가속도(g)	1.37	2.46	2.50	4.09	4.61
	NIC-max(m^2/s^2)	6.66	7.45	12.79	14.02	26.23

자료 : 전용범(2008), 저속 후면추돌사고에서의 목상해 위험도 연구



<그림 1> 속도변화, 최대가속도, NIC별 부상자 분포도

않았다. 뒤범퍼 커버만 손상되는 경미한 손상의 사고에서는 탑승자의 대부분은 부상을 당하지 않고 부상을 당하는 일부도 모두 초기증상에 그쳐 부상의 위험이 매우 낮다. 뒤범퍼 커버만 손상되는 경미한 손상은 주로 10km/h 전후의 낮은 충돌사고에서 발생하는 데 이때의 차체 및 더미의 주요인자에 대한 값은 속도변화가 10km/h미만, 최대 가속도 5g미만, 평균 가속도 3g미만, 최대 NIC $13m^2/s^2$ 미만이었다. 단, 사고유형은 전폭 충돌인 경우에만 해당한다.

Folksam의 실제부상자분포에서도 알 수 있듯이 경미한 손상에서는 탑승자가 부상을 당할 위험도는 매우 낮아 대다수가 상해를 입지 않았으며, 상해를 입는 사람도 초기증상을 동반한 1개월 미만의 단기 상해에 그쳤다. 따라서 사고유형이 아니거나 의학적 검사로 상해의 증상이 발견되지 않고 탑승자의 주장만으로 장기증상으로 인정되는 것은 불합리하다고 할 수 있다.

III. WITkit프로그램 소개

1. WITkit의 소개

WITkit은 차량의 정보, 사고형태, 사고 당시 차량의 손상정도, 운전자에 대한 정보 등을 분석하여 목상해 발생 가능성을 예측하는 인터넷 기반으로 개발된 프로그램이다. 영국의 Thatcham과 오스트리아 DSD사가 공동개발하였고, Thacham은 국제적인 목상해관련 연구, 차량시트의 안전성 테스트, 차량충돌실험, 차량시뮬레이션 개발 등에 15년이상 연구하고 있는 기관이다.

목상해(Whiplash)는 일반적으로 경미한 부상으로 여겨지고 있고, 긴 시간의 고통과 신경쇠약증세를 동반하는 것으로 보고 있다. 목상해는 정면이나 측면충돌사고에서는 나타나지 않으며 거의 낮은 속도의 후면 충돌사고에서 가장 많이 발생한다.

목상해에 대한 부상 메카니즘은 이해하기 매우



V 1.2.0.13 - 20.10.2010 R

Authors

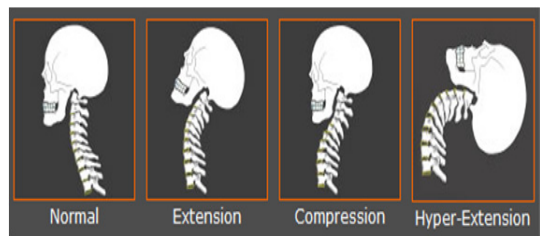
Matthew Avery **Dr. Andreas Moser**
 The Motor Insurance Repair Research Centre DSD Dr. Steffan Datentechnik GmbH
 Colthrop Way, Thatcham, Berkshire, RG19 4NR Salzburgerstr. 34,
 UK A-4020 Linz, Austria

This program is protected by U.S. and international copyright laws as described in the About Box.

〈그림 2〉 WITkit 프로그램의 초기화면



〈그림 3〉 WITkit 제작시 기초가 된 실험들



〈그림 4〉 목상해 정도에 따른 목뼈위치

어렵고 이것에 대해 전세계적으로 연구가 진행되고 있다. 최근 연구되고 있는 주안점은 급작스러운 가속에서의 몸과 머리의 위치에 따라 척추의 신경손상정보를 밝히는 것에 있다. 목상해는 진단하기 매우 어려우며, 치료도 어렵고 치료비도 비싸다. 목상해 관련 영국에서 한해동안 치료비로 사용되는 금액은 약 20억파운드에 이르고 있고 부상사고의 80%에 이르고 있다.

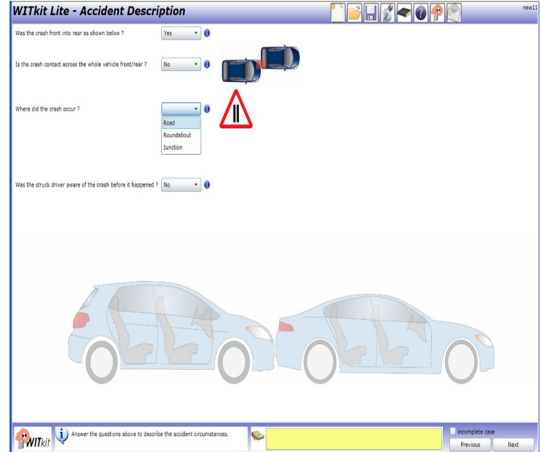
2. WITkit의 매뉴얼 구성

WITkit 프로그램은 총 4단계로 구성되어 있다. 앞의 3단계는 입력하는 단계로 차량의 정보, 사고 현황, 차량피해정도를 입력하게 되고, 마지막 단계에서는 여기에 따른 피해차량 탑승운전자의 부상 정도를 0~100 값으로 나타내어 준다.

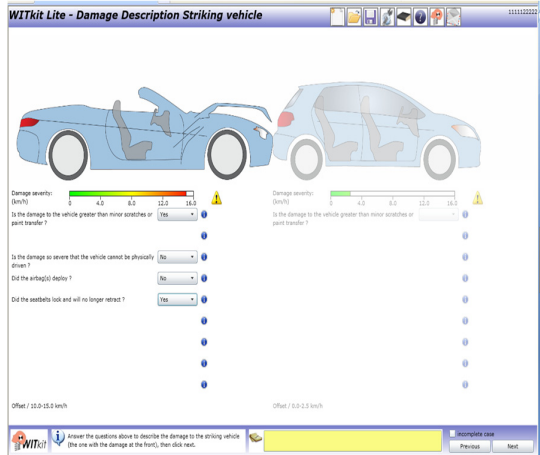
1단계는 차량정보 입력단계(Vehicle Selection)

입 력 단 계	1. 차량관련 정보 입력(Vehicle Selection)			
	가해차량	<ul style="list-style-type: none"> 차량 메이커(make) 차량 모델(model) 	Weight	자동입력
	피해차량	<ul style="list-style-type: none"> 차량 메이커(make) 차량 모델(model) 	Seat rating	자동입력
	2. 사고 현황 입력(Accident Description)			
	<ul style="list-style-type: none"> 후미추돌사고 유무 후미추돌의 offset정도 사고 장소 사고 시 피해차량 운전자 인지 유무 			
	3. 차량피해 입력(Damage Description)			
	가해차량	<ul style="list-style-type: none"> 스크래치 에어백 작동 유무 	<ul style="list-style-type: none"> 문 개폐가능 여부 운전 가능 여부 	
	피해차량	<ul style="list-style-type: none"> 스크래치 에어백 작동 유무 	<ul style="list-style-type: none"> 문 개폐가능 여부 운전 가능 여부 	
	4. 피해차량 부상 정도(Struck Vehicle Injury Risk)			
	<ul style="list-style-type: none"> 가해 · 피해 차량 탑승자 수 선택 입력 충격속도, 속도 변화, 운전자 부상 정도 산정 			
출 력 단 계				

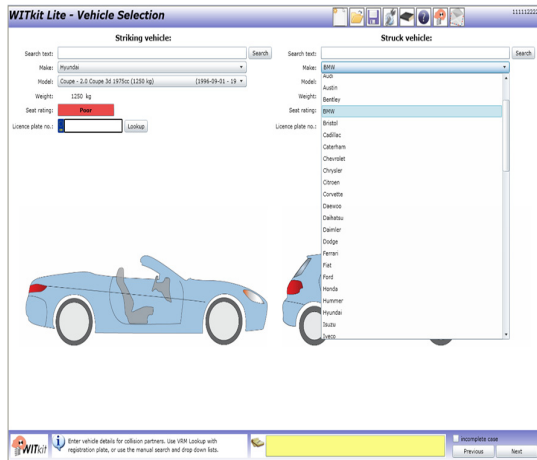
〈그림 5〉 WITkit의 매뉴얼 구성



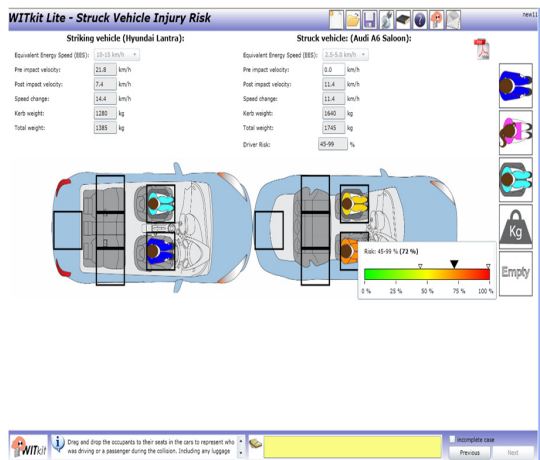
〈그림 7〉 사고현황 입력화면(2단계)



〈그림 8〉 차량피해 입력화면(3단계)



〈그림 6〉 차량정보 입력화면(1단계)



〈그림 9〉 운전자 부상예측값 출력화면(4단계)

로 가해차량과 피해차량의 차량제조사와 모델명을 선택하게 되면 차량의 총중량과 차량시트에 대한 안전도가 표시되게 된다. 현재의 프로그램에는 국산차의 경우 수출되고 있는 차량만 입력이 되어 있는 상태이고 보험개발원의 요청으로 국산차의 정보가 향후 입력될 전망이다.

2단계는 사고현황을 입력하는 단계(Accident Description)로 후미추돌의 offset 정도와 사고장소, 피해차량 운전자 인지 유무를 나타낸다. 사고장소는 교차로, 가로구간, 라운더바웃으로 선택하게 되어 있다.

3단계는 차량피해를 입력하는 단계(Damage Description)로 가해차량과 피해차량의 파손정도를 선택하게 된다. 본 단계의 입력 시에는 사고 시 차량의 사진 등을 보고 여기에서 묻는 질문에 yes, no로 대답하면서 피해정도를 입력하게 된다.

질문내용은 사고의 심각한 정도, 문의 개폐 여부, 운전가능 여부, 에어백 터진 여부 등이다.

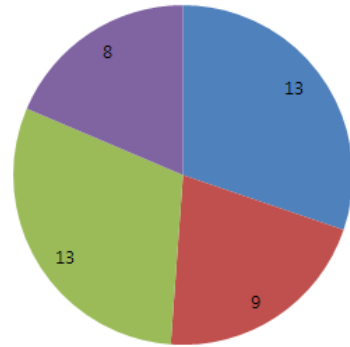
4단계는 피해차량 운전자의 부상정도를 나타내 주는 단계(Stuck Vehicle Injury Risk)로 앞서 입력한 3단계에 따른 운전자의 부상정도를 0~100사이의 값으로 나타내어 준다. 여기에서는 가해차량과 피해차량에 탑승한 승객을 어른 남·녀와 아이로 구분하여 입력하게 되고 피해차량의 승객마다의 부상정도를 알 수 있다. 부상정도의 값은 평균값과 범위값을 같이 나타내어 준다.

IV. WITkit의 적용성 검토

1. 대상자료

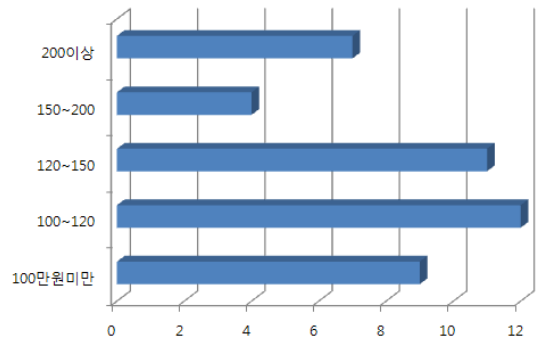
WITkit 프로그램의 실제 보험환경의 적용성을 검토하기 위해 보험사의 자동차보험사고 처리건 중에 목상해 관련 자료만을 추출하여 차량의 피해 정도와 운전자 지급보험금 등을 비교분석하였다.

차량의 피해규모와 피해차량의 운전자의 피해 정도를 비교해 보기 위해 같은 차량(현대 소나타)의 후미추돌사고 중 차량지급 보험금이 400



■ 50만원미만 ■ 50~100만원 ■ 100~200만원 ■ 200~400만원

〈그림 10〉 샘플집단의 차량지급 보험금 분포



〈그림 11〉 샘플집단의 운전자 지급보험금 분포

만원 이하인 경우에 대해서 50개의 표본을 추출하였다.

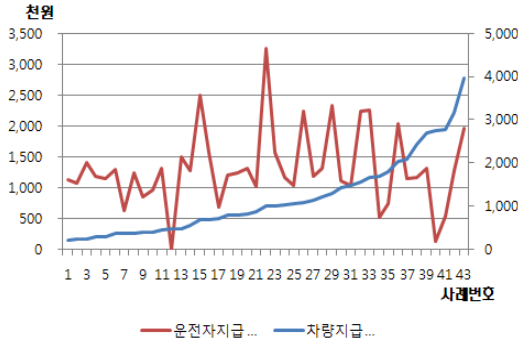
2. 비교검토

비교검토의 주안점은 차량의 피해 정도와 운전자의 피해 정도의 상관관계가 높게 나타나는가에 있었다. 왜냐하면, 저속의 후미추돌사고의 경우 후미추돌의 경중에 따라 운전자가 실제 목상해에 의한 아픈 정도가 비례하는지를 파악하기 위함이다.

같은 차량의 후미추돌사고만을 대상으로 하였기 때문에 차량손상에 따른 수리비가 곧 차량의 파손 정도를 나타낼 것으로 판단하였고 여기에 운전자 지급보험금을 매치시켜 비교·검토하였다.

〈표 5〉 차량과 운전자 지급보험금의 비교
(단위:천원)

차량보험금구분	차량지급보험금		운전자지급보험금	
	평균	표준편차	평균	표준편차
50만원미만	354	88	1,141	393
50~100만원	765	124	1,562	806
100~200만원	1,343	276	1,439	624
200~400만원	2,731	619	1,191	639



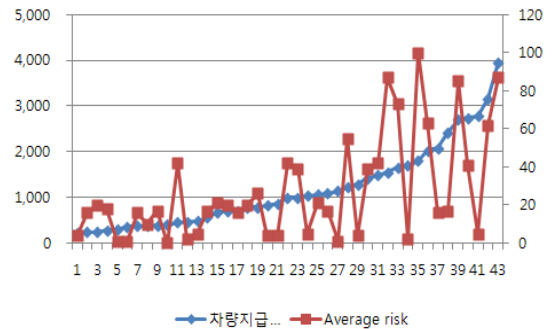
〈그림 12〉 차량과 운전자지급 보험금의 분포비교

위의 결과에서도 알 수 있듯이 차량피해 보험금이 50만원미만에서 400만원까지 단계적으로 올라가더라도 운전자의 지급보험금은 평균 110만원에서 156만원으로 비슷한 분포를 보였다. 이는 기존 연구결과와도 유사한 결과로 충돌에 대한 정도에 별 상관없이 운전자의 목상해 피해 규모가 나타나고 있다. 이는 우리나라에서 쉽게 볼 수 있는 교통사고만 나면 목 뒷덜미를 잡고 나오는 경우를 쉽게 볼 수 있는데 여기에 따른 정확한 의학적 진단이 어려워 운전자의 성향이나 직업 등에 따라 각기 다른 치료나 보험금을 요구하는데서 비롯된다고 볼 수 있다. 다음은 차량의 지급보험금과 이에 따른 정보를 WITkit 프로그램에 적용시킨 운전자의 부상발생 예측치를 비교·분석하였다. 차량의 피해정도가 크게 나타날 수록 WITkit의 결과치인 운전자 부상정도의 예측값도 크게 나타남을 알 수 있다. WITkit의 결과치는 차량 후미충돌 실험 시 더미를 탐승시켜 더미의 머리와 목부근에 센서 등을 통하여 차량충격량에 따른 운전자 더미의 충격량을 기초로 계산된 값이다.

〈표 6〉 차량과 운전자지급 보험금의 비교
(단위:천원)

차량보험금구분	차량지급보험금		WITkit Risk	
	평균	표준편차	평균	표준편차
50만원미만	354	88	11.7	11.8
50~100만원	765	124	18.9	11.4
100~200만원	1,343	276	37.3	33.4
200~400만원	2,731	619	47.0	32.0

※ WITkit Risk는 0~100의 값을 가지고 100에 가까울 수록 사고심각도가 높음



〈그림 13〉 차량과 운전자지급보험금의 분포비교

〈표 6〉의 WITkit 결과치를 살펴보면, 차량지급보험금이 100만원이하일 경우 표준편차가 11.8로 비교적 작고 일정한 값을 분포를 가지는 것으로 나타났다. 그러나, 차량지급보험금이 100만원 이상인 경우에는 WITkit 결과치의 표준편차가 33.4로 크게 나타나 다소 신뢰성이 떨어져 추후 개선작업이 필요할 것으로 보인다. 해외의 경우에도 WITkit에 대한 결과치가 법적인 근거를 가지거나 의료계 등의 승인을 얻은 것이 아니기 때문에 널리 사용되어 지고 있진 못하다. 그러나, 이러한 경미한 사고에 대한 운전자의 피해정도를 계량화하고 예측하는 움직임은 세계의 여러나라에서 감지되고 있으며, 이를 통하여 목상해로 인한 불필요한 사회적 비용을 줄이고자 노력하고 있다.

V. 결론

본 연구에서는 최근들어 심각하게 늘어나는 경

미한 교통사고에 대한 보험금에 직접적인 사고 원인인 목상해 위험도 예측프로그램인 WITkit에 대해 살펴보고 실제 교통사고 시 적용할 수 있는지를 검토하였다. 영국의 경우에는 경미한 부상사고가 전체부상사고의 80%를 차지하고 있고 이에 따른 사회적 비용이 커지면서 Thatcham에서 차량피해 규모와 사고상황을 입력하면 목상해 위험도를 예측할 수 있는 프로그램인 WITkit을 개발하였다. 우리나라에서도 전체 부상자 중 입원 경험이 있는 부상자가 60%에 육박하고 있는 실정에서 목상해에 대한 정확한 진단 및 판단의 기준이 마련되어 피해 운전자의 도덕적 해이가 줄어들게 해야 할 것이다. WITkit은 차량의 종류, 사고현황, 차량의 파손정도를 선택하게 되면 충돌당시의 가속도를 계산하게 하여 피해차량의 운전자 및 탑승자의 위험도를 예측하도록 만들었다. 여기에는 차량의 중량과 차량시트의 안전등급 등 많은 충돌실험결과 값이 부여되어 있고, 사고현황을 간단하게 파악할 수 있도록 질문에 대답하는 방식으로 되어 있어 조금만 숙달되면 쉽게 작동할 수 있다. 그러나, 단점은 후미추돌의 각도에 따른 부분이 반영되지 못하여 다양한 사고현황을 반영하기에는 다소 무리가 있고 사진 등을 보고 질문에 대답하는 방식이라 주관적인 판단이 들어갈 수 있다.

보험사의 자료를 이용하여 같은 차량들끼리의 후미추돌사고의 경우에서 차량의 지급보험금, 피해운전자의 지급보험금, WITkit에 적용시 목상해 위험도 예측치를 비교분석하였다. 기존연구결과와 같이 차량의 피해규모와 운전자의 피해규모는 일정한 패턴을 가지지 않는 것으로 나타났다. 이는 차량충돌시 일어나는 운전자의 손상을 의학적으로 밝히기가 힘들기 때문에 피해운전자의 진술에 의존하여 도덕적 해이가 많이 발생하고 있는 것으로 유추해 볼 수 있다. 차량충돌실험에 의한 WITkit의 목상해 위험도 예측값은 차량의 피해규모와 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 하지만, 차량의 피해규모가 100만원이상의 경우 WITkit 예측값

의 편차가 심하게 나타나 추가적인 연구보안이 지속적으로 필요해 보인다. WITkit프로그램을 교통사고자료에 직접적으로 적용하여 피해정도를 예측하기에는 현재의 수준으로는 다소 무리가 있다. 하지만, 이러한 연구의 시도가 지속되고 많은 사람들이 WITkit의 결과값을 어느정도 인정하는 분위기로 시장환경이 전환된다면 가까운 미래에 차량의 피해규모에 따른 운전자의 목상해 피해정도를 판단하는 근거로 자리매김할 것으로 판단된다. 일상생활에서 많이 발생하는 경미한 교통사고에서의 부상자 피해정도에 대한 계량화는 전 세계적으로 연구과제로 부상하고 있다. 이런 연구가 어느 수준의 궤도에 진입하게 되면 실제 부상사고에 대해서만 치료비를 지급하게 되어 사회적 비용이 줄어들고 개인별로 납부하는 보험료 부담도 줄어들 것이다.

향후, 교통안전과 의료계부문의 연구자들은 이러한 연구분야에 관심을 가지고 자료의 축적과 연구·분석을 통하여 사회전체의 비용을 줄이는 데 앞장서야 할 것이다.

참고문헌

1. 김관희(2011), 후면추돌 시 목상해 위험도 예측 프로그램 소개, 기연리포트 KART Report, vol.37.
2. 전용범(2008), 저속 후면추돌사고에서의 목상해 위험도 연구, 기연리포트 KART Report.
3. Anders Kullgren et al(2003), "Validation of Neck Injury Criteria Using Reconstructed Real-End Crashes with Recorded Crash Pulses", 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicle.
4. www.thatcham.org