

# 탑승자 교통사고에서 경추손상 판단을 위한 중증도 요인 분석

이희영\* · 육현\* · 공준석\* · 강찬영\* · 성실\* · 이정훈\* · 김호중\*\* · 김상철\*\*\* · 추연일\*\*\* · 전혁진\*\*\*\* · 박종찬\*\*\*\*\* · 최지훈\*\*\*\*\* · 이강현\*†

## Parameter Analysis to Predict Cervical Spine Injury on Motor Vehicle Accidents

Hee Young Lee\*, Hyun Youk\*, Joon Seok Kong\*, Chan Young Kang\*, Sil Sung\*, Jung Hun Lee\*, Ho Jung Kim\*\*, Sang Chul Kim\*\*, Yeon Il Choo\*\*, Hyeok Jin Jeon\*\*\*, Jong Chan Park\*\*\*\*, Ji Hun Choi\*\*\*\*, Kang Hyun Lee\*†

*Key Words* : Cervical Spine Injury(경추손상), Whiplash Associated Disorders(편타성손상관련장애), Motor Vehicle Accident(교통사고)

### ABSTRACT

It was a pilot study for developing an algorithm to determine the presence or absence of cervical spine injury by analyzing the severity factor of the patients in motor vehicle occupant accidents. From August 2012 to October 2016, we used the KIDAS database, called as Korean In-Depth Accident Study database, collected from three regional emergency centers. We analyzed the general characteristics with several factors. Moreover, cervical spine injury patients were divided into two groups: Group 1 for from Quebec Task Force (hereinafter 'QTF') grade 0 to 1, and group 2 for from QTF grade 2 to 4. The score was assigned according to the distribution ratio of cervical spine injured patients compared to the total injured patients, and the cut-off value was derived from the total score by summation of the assigned score of each factors. 987 patients (53.0%) had no cervical spine injuries and 874 patients (47.0%) had cervical spine injuries. QTF grade 2 was found in 171 patients (9.2%) with musculoskeletal pain, QTF grade 3 was found in 38 patients (2.0%) with spinal cord injuries, and QTF grade 4 was found in 119 patients (6.4%) with dislocation or fracture, respectively. We selected the statistically significant factors, which could be affected the cervical spine injury, like the collision direction, the seating position, the deformation extent, the vehicle type and the frontal airbag deployment. Total score, summation of the assigned each factors, 10 was presented as a cut-off value to determine the cervical spine injury. In this study, it was meaningful as a pilot study to develop algorithms by selecting limited influence factors and proposing cut-off value to determine cervical spine injury. However, since the number of data samples was too small, additional data collection and influencing factor analysis should be performed to develop a more delicate algorithm.

\* 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실  
\*\* 순천향대학교 부천병원 응급의학과  
\*\*\* 충북대학교병원 응급의학과  
\*\*\*\* 춘해보건대학교 응급구조학과  
\*\*\*\*\* 국립과학수사연구원 교통사고분석과  
†E-mail : ed119@yonsei.ac.kr

### 1. 서론

교통사고에 대한 예방교육 및 국민들의 교통법규 준수 의식 향상으로 교통사고 발생 및 환자 수가 매년 감소하는 추세이긴 하지만, 2015년 국내 교통사고가 232,035

건이 발생하였고 그 중 4,621명의 사망자가 초래하여 여전히 OECD 국가 중 높은 순위에 머무르고 있다.<sup>(1)</sup>

교통사고의 유형을 차 대 사람, 차 대 차, 차량 단독으로 분석하면 차 대 차 사고가 전체 사고의 73.0%, 차 대 사람 사고가 22.0%, 그리고 차량 단독 사고가 5.0%이다. 이 중 사망자는 차 대 차 사고에서 41.9%, 차 대 사람 사고에서 38.2%, 차량 단독 사고에서 19.9%로 차 대 사람 사고에서 상대적으로 치사율이 높다. 게다가 350,400명의 교통사고 사상자 수에 대해 손상부위별 교통사고 발생 비율은 목 50.2%, 허리 26.5%, 머리 8.2%순으로 나타났으며 4,621명의 교통사고 사망자 수에 대해 손상부위별 교통사고 사망 비율은 머리 59.1%, 가슴 18.1%, 얼굴 11.2% 순으로 나타났다.<sup>(2)</sup>

또한, 외상 환자의 2~7%에서 경추손상이 동반되는 것으로 알려져 있다. 경추손상의 진단이 늦어지게 되어 적절한 처치가 이루어지지 않을 경우 심각한 후유증이 남을 수 있고 심지어 사망까지도 이를 수 있다.<sup>(3-5)</sup> 그러므로 경추손상을 신속하고 정확하게 진단하는 것은 매우 중요하고 이에 대한 선별 검사로써 단순 방사선 사진을 사용한다. 이 검사의 시행 기준으로 National Emergency X-Radiography Utilization Study(NEXUS) 선별 기준, Canadian Cervical spine Rule(CCR)이 있다.<sup>(6-7)</sup> 그러나 이런 기준에 따라 경추 단순 방사선 촬영만을 시행했을 때, 경추손상에 대한 진단률은 약 85~90%에 불과하다.<sup>(8-11)</sup> 뿐만 아니라 전산화 단층촬영(CT)에 비하여 촬영시간이 더 걸리고, 부적절한 촬영에 따른 반복검사로 인한 비효율성 등이 지적되고 있다.<sup>(12)</sup> 이와 같은 경추 단순 방사선 사진의 결점을 보완하기 위하여 경추손상이 의심되는 환자를 진단할 때 CT 촬영을 적극적으로 고려하고 있다.<sup>(5,13)</sup>

이 연구의 목적은 교통사고 차량 탑승자의 경추손상에 영향을 주는 요인들을 이용한 경추손상 판단 알고리즘을 개발하고자 한다. 이를 위해서 교통사고와 관련된 실사고 조사 자료와 손상환자의 의무기록을 이용하여 사고차량의 파손정도와 차량 탑승자의 손상정도에 대한 데이터를 수집하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 데이터 수집 체계

2012년부터 한국형 교통사고 심층분석 조사(Korean In-Depth Accident Study, KIDAS) 체계와 데이터베이스를 구축하고 있다.<sup>(14)</sup> 특히, KIDAS는 Figure 1과 같이

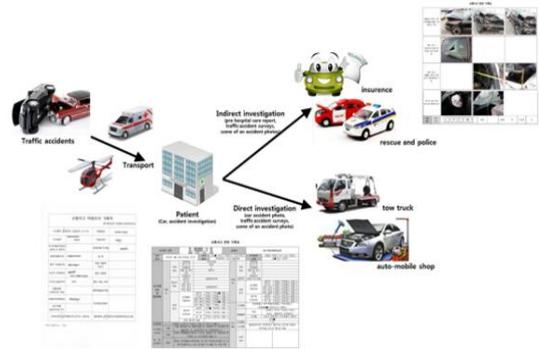


Fig. 1 Korea in-depth accident study (KIDAS) investigation system

광역응급의료센터를 중심으로 실사고 조사체계가 구성되어 있다.

환자나 보호자에게 자료 수집에 대한 동의를 구한 후 차량 정보를 문의하고 차량이 보관된 장소에 직접 찾아가서 사진 자료를 수집하였다. 사고차량 사진은 정면, 후면, 좌측면, 우측면을 기본으로 획득하였고, 주요 충돌부위, 내부 파손부위, 안전벨트 착용 여부의 증거, 에어백 전개 여부의 증거 등을 추가 획득하였다. 환자의 손상정도에 영향을 주는 안전벨트 착용 여부를 판단할 때, 안전벨트를 착용했다고 진술하거나 사고차량 조사 시 안전벨트가 굵은 흔적이나 풀어진 흔적이 있는 경우 안전벨트 착용으로 기록하였고, 전면 유리의 두부에 의한 파손(bull's eye fracture)이 있을 경우나 환자 및 구조자의 진술이 불충분하고 증거가 훼손된 경우 미착용으로 기록하였다. 또한, 보다 정확한 사고정황을 파악하기 위해 관할 경찰서에 방문하여 담당 조사관에게 사고접수 여부를 문의한 후, 접수가 된 건에 한해 사고 정황에 대한 정보를 요청하였다.

### 2.2. Abbreviated Injury Score(AIS) and Injury Severity Score(ISS)

AIS는 교통사고 환자들의 증증도를 분류하는 유용한 손상 척도이다. AIS는 미국 자동차의학진흥협회(The Association for the Advancement of Automotive Medicine, AAAM)에서 제정한 간편손상척도로서, 7개의 자릿수와 8가지의 신체부위로 분류하고, 상해의 심도를 1점부터 6점까지 부여한다. AIS 1은 머리와 목을 포함한 두경부, AIS 2는 안면부, AIS 3은 흉부, AIS 4는 복부 및 골반 내 장기,

AIS 5는 상하지 및 골반, AIS 6은 화상이나 동상, 폭발과 같은 외부요인으로 분류된다. MAIS(Maximum Abbreviated Injury Scale)는 각 신체부위 중 최대 AIS 값을 나타낸다. ISS는 AIS에서 중증도가 높은 3부위를 선택하여 식(1)과 같이 제곱 합으로 계산한다.

$$ISS = AIS_{max1}^2 + AIS_{max2}^2 + AIS_{max3}^2 \quad (1)$$

### 2.3. Collision deformation classification(CDC) code

Collision deformation classification(CDC) code는 미국 자동차공학회에서 제안한 방법으로 총 7가지로 구성되어 있다. 각각의 자리는 차량의 파손유형과 심도를 나타내고 있다. 첫 번째와 두 번째 자리는 principal direction of force(PDoF)를 시계방향으로 나타내며, 세 번째 자리는 사고 차량이 변형 위치이고, 네 번째 자리는 충돌의 수평위치를 나타낸다. 다섯 번째 자리는 충돌의 수직위치를 나타내며, 여섯 번째 자리는 충돌에 기여한 패턴을 나타내고, 일곱 번째 자리는 차량의 변형 정도를 나타낸다.

### 2.4. Quebec Task Force, QTF

Quebec Task Force는 편타성 손상에 대해 등급을 분류하는 방법이다. 손상이 없는 경우는 Grade 0, 의학적 소견은 없는 상황이나 환자가 불편함을 호소하는 경우는 Grade 1, 목의 운동범위가 감소하면서 불편함을 호소하는 경우는 Grade 2, 신경학적인 증후를 가지면서 불편함을 호소하는 경우는 Grade 3, 경추 탈구 및 골절이 있는 경우는 Grade 4로 분류한다.<sup>(15)</sup>

### 2.5. Scoring coefficient factors

실사고 조사를 통해 획득하게 된 자료들 중 경추손상에 영향을 끼칠 수 있는 지표를 선별한 후, 전체 손상환자 대비 경추손상 환자의 분포 비율에 따라 점수를 부여하였다.

- 1) 충돌방향 - CDC code의 column 1과 2(PDoF)를 사용하여 분류
  - 정면충돌(11, 12, 01), 좌측면충돌(08, 09, 10), 우측면충돌(02, 03, 04), 추돌(05, 06, 07), 전복(00 + CDC code의 column 6이 '0'인 경우), 다중충돌(PDoF가 2개인 경우, 전복은 제외)

- 2) 탑승위치 - 열을 기준으로 분류
  - 1st row(Driver, Front passenger)
  - 2nd row(Left, Right, Middle)
  - 3rd row(3열 이후 탑승자)
- 3) 차량변형정도 - CDC code의 column 7을 사용하여 분류
  - Zone 1(Crush Extent 1~2)
  - Zone 2(Crush Extent 3~5)
  - Zone 3(Crush Extent 6~9)
  - 다중충돌인 경우 Sideswipe pattern을 제외하고 최대값을 사용
- 4) 차량종류 - 차종에 따라 분류
  - Sedan, SUV, Light truck, Van, Bus, Heavy truck으로 분류
- 5) 전면 에어백 - 전개여부에 따라 분류
  - 전개, 미전개(비전개, 미설치), 미상으로 분류

또한, 점수화된 각 지표에 대한 합산으로 경추손상을 판단하는 기준값을 제시하였고, QTF grade 0~1인 경우는 Group 1로, QTF grade 2~4인 경우는 Group 2로 정의하였다. 최종적으로 경추손상을 판단하는 기준값을 제시할 때 다음 세 가지 조건에 해당하는 경우 절삭값(Cut-off value)으로 제시하였다.

- 6) 경추손상 환자군이면서 합산값이 절삭값보다 높은 경우를 양성예측도(Positive predictive value, PPV)라고 정의하였다. 이는 절삭값보다 높은 경우를 경추손상이 발생했다고 판단하는 것과 경추손상 환자군이 일치함을 의미한다. 이 값은 높을수록 좋다.
- 7) 경추비손상 환자군이면서 합산값이 절삭값보다 낮은 경우를 음성예측도(Negative predictive value, NPV)라고 정의하였다. 이는 절삭값보다 낮은 경우를 경추손상이 발생하지 않았다고 판단하는 것과 경추비손상 환자군이 일치함을 의미한다. 이 값은 높을수록 좋다.
- 8) 합산값이 절삭값보다 작는데 경추손상 환자군에 포함하는 경우를 저분류(under-triage) 되었다고 정의하였고 이 값은 낮을수록 좋다.

## 3. 연구 결과 및 고찰

### 3.1. 연구 대상

본 연구에서는 2014년 6월부터 2016년 10월까지 교통사고로 내원한 환자를 대상으로 하였다. 환자의 동의를

얼은 1,861명을 대상으로 하였으며, 그 중 경추손상환자는 328명이었다.

차량 탑승자가 아닌 경우(오토바이, 자전거, 전동휠체어, 경운기 등)와 사고차량에 탑승했으나 병원 응급실에 접수하지 않은 경우는 조사대상에서 제외하였고, 환자나 보호자가 실사고 조사에 동의하지 않은 경우, 유관기관이 자료 협조를 거부한 경우, 사고차량의 신속한 폐차나 이관으로 인해 자료 추적이 불가능한 경우 실사고 조사를 진행하지 못했다.

### 3.2. 경추손상 환자 분포

Table 1은 전체 손상환자에 대해 QTF를 이용하여 경추손상 환자를 분류하였다. 경추손상이 없는 환자는 1,533명(82.3%)이었고 경추손상이 있는 환자는 328명(17.6%)이었다. 근골격학적인 이상이 있는 경우(Grade 2)는 171명(9.2%)이었고 신경학적인 이상이 있는 경우(Grade 3)는 38명(2.0%)이었으며 경추 탈구 및 골절이 있는 경우(Grade 4)는 119명(6.4%)이었다.

Table 1 Distribution of cervical spine injury patients by Quebec Task Force

	Patients (n)	Portion (%)
Grade 0	987	53.0
Grade 1	546	29.3
Grade 2	171	9.2
Grade 3	38	2.0
Grade 4	119	6.4
Total	1,861	100.0

### 3.3. 경추손상 환자의 일반적 특성

Table 2는 경추손상이 없는 환자군과 경추손상이 발생한 환자군의 일반적 특성을 분석하였다. 경추손상 환자군의 남성 비율이 손상이 없는 환자군보다 높았고(59.5% vs. 66.5%,  $p=0.022$ ), 평균 연령도 높았다(43.0세 vs. 46.1세,  $p=0.003$ ). 손상이 없는 환자군보다 경추손상이 발생한 환자군에서, 앞좌석 탑승자의 비율이 높았고(77.2% vs. 87.8%,  $p<0.001$ ), 전복사고 차량탑승자의 비율이 높았다(17.7% vs. 26.8%,  $p=0.002$ ). 또한, 차량함입정도가 커질수록 2구역과 3구역에서 경추손상 환자군의 비율이 높았다(2구역 41.8% vs. 46.3% / 3구역 16.1% vs. 23.6%,  $p<0.001$ ).

Table 2 General characteristics of the cervical spine injury patients

Variables	Group 1 (N=1,533)	Group 2 (N=328)	p-value
	n (%) or mean±S.D		
Sex, male	912(59.5)	218(66.5)	0.022
Age (years)	43.0±18.0	46.1±16.4	0.003
Height (cm)	164.8±11.9	165.8±13.2	0.250
Weight (kg)	63.0±15.6	64.2±13.2	0.186
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.4±3.5	23.3±3.7	0.699
Seating Position			< 0.001
1st row	1,184(77.2)	288(87.8)	
2nd row	328(21.4)	38(11.6)	
3rd row	21(1.4)	2(0.6)	
Vehicle Type			< 0.001
Sedan	786(51.3)	183(55.8)	
SUV	351(22.9)	60(18.3)	
Light truck	217(14.2)	68(20.7)	
Van	145(9.5)	14(4.3)	
Bus	21(1.4)	3(0.9)	
Heavy truck	13(0.8)	0(0.0)	
Impact Direction			0.002
Front	747(48.7)	156(47.6)	
Left	122(8.0)	23(7.0)	
Right	127(8.3)	22(6.7)	
Back	164(10.7)	20(6.1)	
Rollover	272(17.7)	88(26.8)	
Multiple	101(6.6)	19(5.8)	
Crush Extent			< 0.001
Zone 1	645(42.1)	98(30.1)	
Zone 2	640(41.8)	151(46.3)	
Zone 3	247(16.1)	77(23.6)	
Seatbelt			0.490
Fastened	912(59.5)	202(61.6)	
Unfastened	575(37.5)	120(36.6)	
Unknown	46(3.0)	6(1.8)	
Frontal Airbag			0.005
Deployed	356(23.2)	98(29.9)	
Undeployed	1,132(73.8)	214(65.2)	
Unknown	45(2.9)	16(4.9)	
Side Airbag			0.068
Deployed	65(4.2)	19(5.8)	
Undeployed	1,376(89.8)	280(85.4)	
Unknown	92(6.0)	29(8.8)	
Collsiion speed			0.523
Delta-V	45.4±22.2	46.9±21.2	
	28.4±22.3	26.7±20.7	0.498

3.4. 경추손상 영향요인 분석 및 점수화

Table 3은 경추손상에 영향을 주는 인자에 대해, 전체 손상환자 중 경추손상 환자의 비율로써 점수를 부여하였다. 충돌방향에 따라 살펴보면, 전복사고가 24.4%로 가장 많기 때문에 6점을 부여하였고 순서대로 정면충돌, 좌측면충돌, 복합충돌, 우측면충돌, 추돌사고에 따라 점수를 차등 부여하였다. 탑승위치에 따라 살펴보면, 첫 번째 열이 19.6%로 가장 많았고 3점을 부여하였으며 차례대로 두 번째 열, 세 번째 열 이후에 각각 2점과 1점을 부여하였다. 차량변형정도에 따라 살펴보면, 3구역이 23.8%로 가장 많았고 3점을 부여하였으며 순서대로 2구역, 1

구역에 각각 2점과 1점을 부여하였다. 차량종류에 따라 살펴보면, light truck이 23.9%로 가장 많았고 6점을 부여하였으며, 순서대로 sedan, SUV, bus, van에 따라 점수를 차등 부여하였다. heavy truck은 경추손상 환자 수가 없었지만 발생가능성이 있기 때문에 이에 따른 점수를 부여하였다. 전면 에어백 전개에 따라 살펴보면, 전개군이 21.6%로 가장 많았고 2점을 부여하였으며 비전개군이 다음이었다. 미상인 분포가 많았지만 점수화를 하는 근거가 될 수 없기 때문에 0점을 부여하였다.

Table 3 Scoring about the coefficient factors related to cervical spine injury

	Odds Ratio	Portion	Score
Impact Direction			
Front	Ref.	17.3	5
Left	0.687	15.9	4
Right	0.890	14.8	2
Back	0.710	10.9	1
Rollover	1.906	24.4	6
Multiple	0.777	15.8	3
Seating Position			
1st row	Ref.	19.6	3
2nd row	0.476	10.4	2
3rd row	0.392	8.7	1
Crush Extent			
Zone 1	Ref.	13.2	1
Zone 2	1.604	19.1	2
Zone 3	2.346	23.8	3
Vehicle Type			
Sedan	Ref.	18.9	5
SUV	0.675	14.6	4
Light truck	0.737	23.9	6
Van	0.268	8.8	2
Bus	0.428	12.5	3
Heavy truck	0	0	1
Frontal Airbag			
Deployment	Ref.	21.6	2
Undeployment	0.877	15.9	1
Unknown	0.855	26.2	0

3.5. 경추손상 판단을 위한 절삭값(Cut-off value)

Table 4는 Table 3에서 각 지표마다 점수화된 값을 합산하여 경추손상 판단을 위한 절삭값을 분석하였다. 합산값이 9인 경우 양성예측도와 음성예측도는 100.0%이었고 저분류되는 값은 0.0%이었으나 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.144). 저분류되는 특이도가 69.5%이었으므로 절삭값으로 부적절하였다. 같은 방법으로, 합산값이 11인 경우 양성예측도는 95.0%, 음성예측도는 98.5%

Table 4 Cut-off values according to a sensitivity and a specificity between total score of coefficient factors and cervical spine injury

Total score value		Group 1	Group 2	p-value	
9	≤9	Occupants (N)	10	0	0.144
		Between groups (%)	100.0	0.0	
		In group (%)	0.7	0.0	
>9		Occupants (N)	1,522	326	
		Between groups (%)	82.4	17.6	
		In group (%)	99.3	100.0	
10	≤10	Occupants (N)	38	0	<0.05
		Between groups (%)	100.0	0.0	
		In group (%)	2.5	0.0	
>10		Occupants (N)	1,494	326	
		Between groups (%)	82.1	17.9	
		In group (%)	97.5	100.0	
11	≤11	Occupants (N)	96	5	<0.05
		Between groups (%)	95.0	5.0	
		In group (%)	6.3	1.5	
>11		Occupants (N)	1,436	321	
		Between groups (%)	81.7	18.3	
		In group (%)	93.7	98.5	

이었고 저분류되는 값은 1.5%이었으나, 합산값이 10인 경우 모든 지표의 판단 결과가 양호했으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서, 합산값이 10인 경우를 절삭값으로 제시하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 교통사고 차량 탑승자의 경추손상에 영향을 주는 요인을 분석하여 경추손상 판단 알고리즘을 개발하고자 하였다.

교통사고가 발생했을 때, 차량요인, 환경요인, 사람요인 등 차량 파손과 탑승자 상해 간에 관련 있는 지표가 많기 때문에, 그 중에서 통계적으로 의미 있는 영향요인을 채택하였다. 경추손상에 영향을 주는 요인으로 충돌 방향, 탑승위치, 차량변형정도, 차량종류, 정면에어백진 개까지 총 5개를 선정하였고 이에 따른 전체 손상환자 대비 경추손상 환자의 비율로 각 요인에 따라 점수화하였다. 또한 점수화한 각 영향요인의 합산값에 대해, 양성 예측도와 음성예측도가 높은 값과 저분류되는 값이 낮은 경우를 채택하였으며 합산값이 10인 경우를 적절한 값으로 제시하였다.

본 연구에서는 경추손상을 판단하기 위해 제한적으로 영향요인을 선정하고 절삭값을 제한함으로써 알고리즘을 개발하기 위한 기초연구로서의 의미가 있다고 볼 수 있다. 또한, 본 연구에서 제시한 절삭값은 여러 지표의 혼합모델을 통해 경추손상을 판단할 수 있는 기준점을 제시하는 역할을 할 수 있고, 본 연구의 결과를 바탕으로 알고리즘을 발전시켜서 경추손상의 판단이 정확한 예측모델의 개발로 이어질 수 있다면 경미사고에서 경추손상을 호소하고 보험비를 과다청구 하는 등의 사회적으로 대두되어 있는 문제를 해결하는데 이바지할 수 있는 기대효과가 있을 수 있다. 그러나 데이터 표본수가 적기 때문에 더 정교한 알고리즘 개발을 위해 추가적인 데이터 수집과 영향요인 분석이 필요하며 향후 알고리즘 검증을 위한 연구가 필요하겠다.

#### 후 기

본 연구는 국토교통부의 『첨단안전자동차 안전성 평가기술개발 - 한국형 자동차사고 심층조사 분석자료 구축 사업』(16PTSI-C063806-08)과 국립과학수사연구원의 『과학수사감정기법 연구개발사업』(17-교통-02)의 연구비 지원으로 수행된 연구입니다.

#### 참고문헌

- (1) 도로교통공단, 2016, "OECD 회원국 교통사고 비교".
- (2) TAAS 교통사고 분석 시스템, Available at <http://taas.koroad.or.kr>. Accessed on 1st April 2017.
- (3) Grossman M. D., Reilly P. M., Gillett T., Gillett D., 1999, "National Survey of the Incidence of Cervical Spine Injury and Approach to Cervical Spine Clearance in U.S. Trauma Centers", *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, Vol. 47, No. 4, pp. 684~691.
- (4) Davis J. W., Phreaner D. L., Hoyt D. B., Mackersie R. C., 1993, "The etiology of missed cervical spine injuries", *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, Vol. 34, No. 3, pp. 342~346.
- (5) Sanchez B., Waxman K., Jones T., Conner S., Chung R., Becerra S., 2005, "Cervical Spine Clearance in Blunt Trauma: Evaluation of a Computed Tomography-Based Protocol", *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, Vol. 59, No. 1, pp. 179~184.
- (6) Hoffman J. R., Wolfson A. B., Todd K., Mower W. R., 1998, "Selective Cervical Spine Radiography in Blunt Trauma: Methodology of the National Emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS)", *Annals of Emergency Medicine*, Vol. 32, No. 4, pp. 461~469.
- (7) Stiell I. G., Wells G. A., Vandemheen K. L., Clement C. M., Lesiuk H., De Maio V. J., Laupacis A., Schull M., McKnight R. D., Verbeek R., Brison R., Cass D., Dreyer J., Eisenhauer M. A., Greenberg G. H., MacPhail I., Morrison L., Reardon M., Worthington J., 2001, "The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients", *Journal of the American Medical Association*, Vol. 286, No. 15, pp. 1841~1848.
- (8) Besman A., Kaban J., Jacobs L., Jacobs L. M., 2003, "False-negative plain cervical spine x-rays in blunt trauma", *The American Journal of Surgery*, Vol. 69, No. 11, pp. 1010~1014.
- (9) Crim J. R., Moore K., Brodke D., 2001, "Clearance of the cervical spine in multitrauma patients: the

- role of advanced imaging”, *Seminars in Ultrasound CT and MRI*, Vol. 22, No. 4, pp. 283~305.
- (10) Hanson J. A., Deliganis A. V., Baxter A. B., Cohen W. A., Linnau K. F., Wilson A. J., Mann F. A., 2002, “Radiologic and clinical spectrum of occipital condyle fractures: retrospective review of 107 consecutive fractures in 95 patients”, *American Journal of Roentgenology*, Vol. 178, No. 5, pp. 1261~1268.
- (11) Stiell I. G., Clement C. M., Mcknight R. D., Brison R., Schull M. J., Rowe B. H., Worthington J. R., Eisenhauer M. A., Cass D., Greenberg G., MacPhail I., Dreyer J., Lee J. S., Bandiera G., Reardon M., Holroyd B., Lesiuk H., Wells G. A., 2003, “The Canadian C-Spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma”, *The New England Journal of Medicine*, Vol. 349, No. 26, pp. 2510~2518.
- (12) Daffner R. H., 2008, “Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique?”, *American Journal of Roentgenology*, Vol. 175, No. 5, pp. 1309~1311.
- (13) Fisher A., Young W. F., 2008, “Is the lateral cervical spine xray obsolete during the initial evaluation of patients with acute trauma?”, *Surgical Neurology*, Vol. 70, No. 1, pp. 53~57.
- (14) Kim S. W., Lee J. W., Youn Y. H., 2014, “A study on the construction of the database structure for the Korea In-Depth Accident Study”, *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 22, No. 2, pp. 29~36.
- (15) Atlas S. J., Deyo R. A., Patrick D. L., Convery K., Keller R. B., Singer D. E., 1996, “The Quebec Task Force classification for spinal disorders and the severity, treatment, and outcomes of sciatica and lumbar spinal stenosis”, *Spine*, Vol. 21, No. 24, pp. 2885~2892.