



외상환자의 한국형 중증도 분류와 손상중증도 점수체계의 비교

최윤희¹ · 김보화² · 신지은² · 장명진³ · 이은자⁴

¹가천대 길병원 외상응급실, 수간호사, ²가천대 길병원 외상응급실, 간호사,

³가천대 길병원 외상외과, 간호사, ⁴가천대학교 간호대학, 교수

Comparison between Korean Triage and Acuity Scale and Injury Severity Scoring System in Emergency Trauma Patients

Choi, YoonHee¹ · Kim, BoHwa² · Shin, JiEun² · Jang, MyungJin³ · Lee, EunJa⁴

¹Head Nurse, Trauma Bay, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Republic of Korea; ²Nurse, Trauma Bay, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Republic of Korea; ³Nurse, Department of Traumatology, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Republic of Korea; ⁴Professor, College of Nursing, Gachon University, Incheon, Republic of Korea

Purpose: We compared the Korean Triage and Acuity Scale (KTAS), Injury Severity Score (ISS), and Revised Trauma Score (RTS) determined the validity of KTAS for classifying trauma patients. **Methods:** A retrospective chart review of 10,865 trauma patients (aged ≥ 15 years) who visited a single regional trauma and emergency medical center from January 1, 2016, to December 31, 2020, was conducted. Data were collected from the Korean Trauma Data Bank. Based on KTAS classification, the rates of intensive care unit admission, surgery and intervention, transfusion, emergency room (ER) and hospital mortality, and ER stay time were investigated. Data were analyzed using Chi-square test, Pearson's correlation coefficient, receiver operating characteristic curve, and area under the ROC curve. **Results:** In the KTAS, severe trauma patients (ISS ≥ 16) were classified as Level 1 (79.6%), 2 (44.8%), 3 (15.5%), 4 (4.0%) and 5 (7.6%). The following were the predictive powers of KTAS, ISS, and RTS for different parameters: surgery and intervention rate, KTAS (.71), ISS (.70), and RTS (.63); transfusion rate within 4h, KTAS (.82), ISS (.82), and RTS (.74); ER stay time within 90 min, KTAS (.72), ISS (.62), and RTS (.56); and ER mortality, KTAS (.84), ISS (.72), and RTS (.88). These findings were statistically significant ($p < .001$). The sensitivity and specificity of KTAS for trauma patients were .88 (.87~.90), and .38 (.37~.39), respectively. **Conclusion:** KTAS is a useful classification system that can predict the clinical outcomes of patients with trauma, and effectively triage acutely ill trauma patients, thus provide appropriate treatment.

Key Words: Injury severity score, Mortality, Triage

주요어: 손상중증도 점수, 사망률, 중증도 분류

IRB 승인기관 및 번호: 가천대 길병원 임상연구 윤리심의위원회 [IRB No. GDIRB2021-296]

Corresponding author: Lee, EunJa (<https://orcid.org/0000-0003-3525-7829>)

College of Nursing, Gachon University, 191, Hambangmoe-ro, Yeonsu-gu, Incheon 21936, Republic of Korea

Tel: +82-32-820-4209 Fax: +82-32-820-4201 E-mail: ejlee@gachon.ac.kr

Received: 27 September 2021 Revised: 1 November 2021 Accepted: 11 November 2021



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>)
If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

서론

1. 연구의 필요성

현대사회에서 경제적인 발달과 더불어 교통사고, 상해 및 안전 사고의 증가로 외상성 손상이 점차 증가하고 있으며, 이로 인하여 경제적, 인적 손실은 심각한 사회적 문제가 되고 있다[1]. 우리나라에서는 연간 약 4백만 건의 외상이 발생하고 있으며 그 결과 약 3만 명의 사망자가 발생하는데 이는 전체 사망원인의 10%를 차지한다[2]. 외상으로 인한 사망자 중에서 적정진료를 받았을 경우 생존할 것으로 판단되는 예방 가능한 사망률은 2010년 35.2%에서 2017년 19.9%로 감소 추세에 있으나 미국, 일본의 10~15%에 비해 여전히 높은 편이며 개선이 필요한 상황이다[3]. 그 중 중증외상 환자는 사고 발생 후 6시간 이내에 약 80%가 사망함에 따라 중증외상환자에 대한 소생술 및 수술적 치료는 조기에 시행되어야 한다[4]. 골든아워(golden hour)라고 불리는 사고 후 첫 1시간 이내에 출혈을 멈추게 하는 수술을 받고 혈압을 안정화시키는 것 역시 중증외상환자의 생존율을 향상시킨다[5]. 그뿐만 아니라 응급실에서 체류시간이 늘어날수록 매시간 사망률이 증가하여 체류시간이 4~5시간 지나면 사망률은 8.3%에 달했으며, 분 단위로 측정된 응급실에서의 체류시간은 사망률과 높은 인과관계를 지니고 있다[6].

이에 따라 우리나라도 전국 어디서나 1시간 이내 중증외상환자의 진료가 가능하도록 권역외상 센터를 균형 있게 배치 및 운영하고 있으며[7], 외상환자의 치료를 위한 전용 시설인 외상 소생 구역, 외상 전용 영상 촬영실, 외상 전용 수술실, 외상 중환자실, 외상 병동, 외상 혈관 조영실 등을 구축하여 외상환자 치료에만 사용 가능하도록 하고 있으며 응급실로 내원하는 외상환자의 중증도에 따라 권역외상센터 혹은 권역응급의료센터로 환자를 분리하여 신속하고 적절한 진료를 제공하고 있다[8,9].

외상환자를 평가하는 방법 중 해부학적 지표 손상 중증도를 분류하는 Abbreviated Injury Scale (AIS), Injury Severity Score (ISS), International Classification of disease based Injury Severity Score (ICISS) 등이 있으며, 생리학적 지표 분류법으로는 Revised Trauma Score (RTS), Glasgow Coma Scale (GCS) 등이 있다. 마지막으로 해부학적 지표와 생리학적 지표가 혼합되어 있는 지표에는 Trauma and Injury Severity Score (TRISS) 등이 있다[10].

대부분의 손상 중증도 분류 도구는 측정항목이 많고 복잡하여 병원 전 단계나 응급실에서 즉시 적용하기 어렵다[11]. ISS는 1974년 AIS를 개선하여 개발한 것으로 심각한 손상을 입은 환자에 대해서 대략적인 사망 예측률을 제공한다. 그러나 정확한 검사 소견 혹은 수술 후의 결과를 알아야 산출되므로 응급환자의 초기 중증도 판정에는 사용되기 어렵다. RTS는 병원 전 단계에서 환자

분류에 가장 많이 사용하고 있는 도구이며 GCS, 수축기 혈압, 호흡수로 산출되는 지표로써 적정진료(quality assurance) 및 예후 판정에 이용되고 있다[10]. 그러나 RTS는 다른 장기 손상에 비해 두부 손상 정도에 따라 더 가중치를 부여하는 방식이며, 구성요소 중 호흡수는 환자의 나이, 손상 기전, 기계호흡 여부 등에 크게 영향을 받아 정확도가 떨어질 수 있다[12]. TRISS는 ISS를 기초로 RTS와 나이를 종합하여 사망률을 예측하는 도구이나 역시 ISS를 근거로 하는 방법이며 많은 시간이 필요하기 때문에 응급실 현장에서 외상환자의 초기 중증도 분류 도구로 적용하기는 힘들다[11].

우리나라는 표준화된 중증도 분류체계를 확립하여 응급환자의 안전을 확보하고, 합리적이며 효율적인 응급의료체계를 구축하기 위해 CTAS (Canadian Triage Acuity Scale)를 근간으로 하여 2012년 한국형 응급환자 분류 도구(Korean Triage and Acuity Scale, KTAS)를 개발하였다[13]. 이후 2016년부터 전국 응급의료기관과 권역 및 지역 응급의료센터에서 KTAS를 의무적으로 사용하고 있다[14].

KTAS는 환자의 중증도를 평가하는 국가 차원의 표준화된 분류 도구로 국내 실정에 맞는 도구라는 점에 큰 의미를 가지고 있다. KTAS는 환자가 호소하는 증상을 바탕으로 중증도와 긴급도를 5단계로 분류하는 도구로, 초기 입실시 최초 분류 결과에 따라 대응 방향을 결정한다[13]. 또한 KTAS는 초기 분류 후 환자의 상태변화에 따라 재분류를 시행할 수 있으며, 그 결과에 따라 대응 방안을 모색할 수 있어 응급환자의 경우 빠르게 진료를 받을 수 있는 장점이 있다[14].

그러나 선행연구에서 생리학적 징후 중 하나인 통증을 주호소로 응급실에 내원한 환자의 경우 단순 질환임에도 불구하고 통증을 심하게 호소하는 경우 중증도가 높게 분류되는 경향이 있고 타 병원에서 응급실로 전원 된 환자의 경우 중증 진단임에도 불구하고 환자 상태가 안정화되어 있다면 KTAS 중증도가 낮은 단계로 분류되는 경향이 있다고 보고하였다[15].

따라서 효과적인 응급환자 분류를 위해서 KTAS의 타당도 검증은 필수적이거나, 외상환자에 대한 KTAS의 타당도 검증을 구체적으로 진행한 연구는 소수에 불과하다. 선행연구를 살펴보면, ISS, 새로운 손상 중증도 계수(New Injury Severity Scale, NISS)를 체류시간, 중환자실 입원, 사망률 등과 비교해 KTAS의 적절성을 확인한 연구[16,17]에서 외상환자의 생리학적 지표를 반영한 도구와의 비교 연구가 필요함을 확인할 수 있었으며, 실제 권역외상센터가 개소한 후 외상환자를 대상으로 진행한 연구는 없었다. 또한 KTAS의 타당도를 검증하기 위해 KTAS를 Emergency Severity Index (ESI)와 비교 분석한 연구[15]와 KTAS 레벨에 따른 중증도를 분석한 연구[18]에서 응급실 퇴실 결과, 체류시간, 입원율, 타과 협진 시행 여부, CT 촬영 여부, 진료비용, 응급 중재술 시행 여부의 차이

를 평가하여 KTAS가 응급환자의 진료 결과를 예측하는데 도움이 될 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 중증도를 판단할 수 있는 절대적인 기준이 없는 실정으로 외상환자의 중증도를 반영할 수 있는 간접 지표를 활용한 지속적인 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 권역외상센터 및 응급의료센터에 내원한 외상환자의 주요 변수에 따른 KTAS와 ISS 및 RTS의 예측력을 비교 분석하고, 이를 통해 KTAS의 타당성을 검증하여 외상환자 분류체계의 기초 자료를 마련하고, 외상환자 초기 중증도 분류에서 KTAS의 중요성을 강조하고 나아가 외상환자의 중증도 분류를 위한 교육 프로그램 개발 및 정착에 기여하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 외상환자의 주요 진료 결과에 대한 KTAS와 ISS, RTS를 비교 분석하여 초기 외상환자 분류에서 KTAS의 타당성을 제시하는 것에 있으며, 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 1) 외상환자들의 일반적인 특성 및 임상적 특성을 파악한다.
- 2) KTAS 분류별 ISS와 RTS 비교, 응급실 체류시간, 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 응급실 내 사망 및 병원 내 사망 등 진료 결과의 차이를 파악한다.

- 3) KTAS와 ISS, RTS의 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 수술 시행률, 응급실 체류시간, 응급실 내 사망률, 병원 내 사망률에 대한 예측력을 비교 분석한다.
- 4) KTAS와 ISS 분류 결과에 대한 민감도, 특이도 등의 예측타당도를 분석한다.

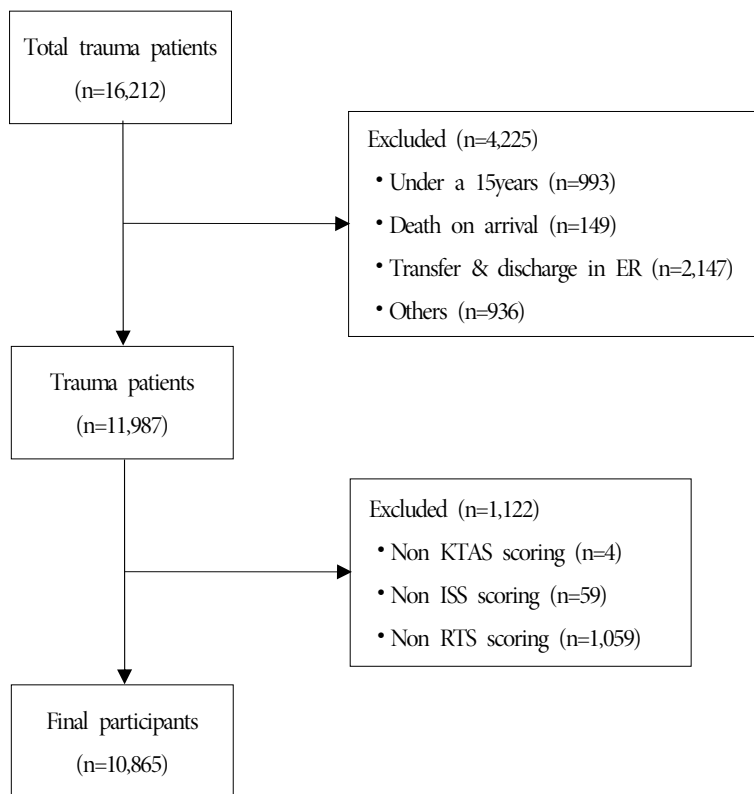
연구방법

1. 연구설계

본 연구는 외상환자를 대상으로 KTAS 등급별 진료 결과 및 예측력을 ISS, RTS와 비교 분석하여 KTAS의 타당성을 확인하기 위해 외상 등록체계인 국가 외상 데이터뱅크(Korean Trauma Data Bank, KTDB)를 통해 수집된 자료를 이용한 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 2016년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 5년간 I시에 위치한 G대학병원 권역외상센터 외상 소생 구역과 권역응급의료센터 응급실로 내원한 환자 중 진단 코드가 S 또는 T로 외상 코드를 받은 환자이다. 15세 미만의 소아환자, 치료 대



ER=Emergency room; ISS=Injury Severity Score; KTAS=Korean Triage and Acuity Scale; RTS=Revised Trauma Score

Figure 1. Exclusion criteria of participants

상이 되지 않는 도착 전 사망(Death on Arrival, DOA), 전원, 귀가, 기타 및 본 연구의 연구도구인 KTAS, ISS, RTS의 입력이 누락된 환자는 제외하였다.

연구 기간 동안 총 16,212명의 환자가 내원하였으며 제외 조건에 부합하는 대상자 5,347명을 제외하고 총 10,865명을 대상으로 하였다(Figure 1). 대상자를 만 15세 이상으로 선정한 것은 KTAS 개발 당시 소아 환자에 대한 델파이 조사에서 발달단계의 차이, 의사소통의 어려움, 협조 부재 등의 특성을 고려하여 성인과 소아의 기준을 15세로 결정한 것에 근거한 것이다[13].

3. 연구도구

1) 대상자의 일반적 특성

대상자의 일반적 특성으로는 내원일, 성별, 연령, 내원 경로, 내원 수단, 손상 기전, 응급실 체류시간, 응급실 진료 결과, 4시간 이내 수혈 유무, 24시간 이내 수혈 유무, 의식 상태, KTAS, ISS, RTS, 응급실 진료 결과 등을 조사하였다.

2) KTAS (Korean Triage and Acuity Scale)

KTAS는 응급환자 분류 도구로서 G대학병원의 KTAS 분류는 대한응급의학회 KTAS 교육을 이수한 최소 2년 이상 경력의 응급실 간호사가 수행한다. 환자의 주호소와 증상을 중심으로 중증도를 분류하며 KTAS 분류 결과에 따라 1, 2, 3등급의 환자는 중증으로 분류되며, 4, 5등급의 환자는 경증으로 분류된다. 본 연구에서는 1, 2, 3등급의 환자를 응급환자, 4, 5등급의 환자를 비응급으로 정의하였으며, 이는 응급의료에 관한 법률 시행규칙 제18조의 3에 의거하였다[19]. 본 연구의 KTAS 분류 결과는 응급실 내원 시 처음 시행된 최초 중증도 분류 결과를 의미한다.

3) ISS (Injury Severity Score)

ISS는 외상환자의 손상 중증도를 나타내는 대표적인 해부학적 지표로 신체를 6개의 부위(두경부, 안면부, 흉부, 복부, 골반 및 사지, 외부)로 나누어 그중 가장 손상 정도가 심한 3개 부위의 점수의 제곱을 합한 값으로써[20], 임상적 유용성이 안정되어 현재까지 해부학적 중증도를 계수화하는데 기준으로 사용되고 있다[18]. ISS는 0-75점 사이에 범위를 가지며 점수가 클수록 손상이 심하다는 것을 반영하고 일반적으로 15점 이하는 경증 외상환자로, 16점 이상은 중증 외상환자로 인정하고 있다[20,21].

4) RTS (Revised Trauma Score)

RTS는 외상환자 중증도 분류의 대표적인 생리학적 지표로 수축기 혈압(systolic blood pressure), 호흡수(respiratory rate), GCS 총

3가지 신체 이학적 지수를 근거로 산출한 값으로 최소값은 0, 최대값은 7.8408의 범위를 가진다. RTS는 낮은 점수일수록 생리학적 변위(physiologic derangement)가 심한 것으로, 즉 심한 중증도를 보이는 것으로 해석된다[22].

4. 자료수집

본 연구는 2016년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 5년간 I시에 위치한 G대학병원 권역외상 센터 외상 소생 구역과 권역응급의료센터 응급실로 내원한 환자의 전자 의무기록 및 외상환자 등록체계를 이용하여 수집하였으며, 연구 자료는 연구 기관의 윤리심의위원회의 승인을 받은 후 2021년 9월 1일부터 2021년 9월 7일까지 7일간 자료를 수집하였다.

5. 자료 분석방법

수집된 자료는 SPSS for Window 22.0 (IBM Corp. Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 구체적인 분석 방법은 아래와 같다.

- 1) 외상환자들의 일반적인 특성 및 임상적 특성은 평균, 표준편차, 빈도, 백분율을 이용하여 분석하였다.
- 2) KTAS 분류별 ISS와 RTS, 응급실 체류시간, 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 응급실 내 사망, 병원 내 사망 등 임상적 진료 결과의 차이는 빈도와 백분율, χ^2 -test, Pearson's correlation coefficient와 Kendall's tau-b로 분석하였다.
- 3) KTAS와 ISS, RTS의 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 수혈 시행률, 응급실 체류시간, 응급실 내 사망률, 병원 내 사망률에 대한 예측력은 수신자판단특성곡선(Receiver Operating Characteristic, ROC) curve 및 곡선아래면적(Area Under Curve, AUC)으로 분석하였다.
- 4) KTAS와 ISS 분류 결과의 예측타당도를 검증하기 위해 진료 결과에 따라 KTAS와 ISS의 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도, 양성 검정 우도비, 음성 검정 우도비를 구하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 I시 소재 G대학병원의 윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받은 후 시행하였다(IRB No. GDIRB 2021-296). 연구 대상자의 정보를 보호하기 위하여 대상자의 개인 정보는 모두 알파벳과 숫자로 익명화 처리하였으며, KTDB를 이용한 후향적 연구이므로 서면동의는 면제받았다. 모든 자료는 패스워드와 걸린 파일 및 잠금장치가 있는 보관 장소에 연구자만 접근 가능하도록 관리하였다. 본 자료는 연구의 목적으로만 사용하고 연구보고를 마치고 종료 시 폐기하도록 하였다.

연구결과

1. 대상자의 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

전체 대상자는 10,865명이며, 연도별 대상자 수는 2016년 2,006명 (18.5%), 2017년 2,262명(20.8%), 2018년 2,291명(21.1%), 2019년 2,230명 (20.5%), 2020년 2,076명(19.1%)이다. 평균연령은 55.99±19.22세이며, 남성이 6,797명(62.5%), 여성이 4,068명(37.5%)이었다. 내원 경로는

직접 내원이 7,594건(69.9%)이었으며, 내원 수단은 119구급차가 6,131건(56.4%)으로 가장 많았으며, 기타 구급차 2,168건(20.0%), 항공 이송 223건(2.0%) 순이었다.

손상 기전은 넘어짐이 3,266건(30.0%)으로 가장 많았으며, 추락 2,194건(20.2%), 운전자 및 동승자 교통사고가 1,421건(13.1%), 보행자 교통사고 1,129건(10.4%), 부딪힘 930건(8.5%), 오토바이 교통사고 822건(7.6%), 자상 550건(5.1%), 자전거 사고 344건(3.2%), 기계 손상 202건(1.8%), 목땀 7건(0.1%) 순이었다.

Table 1. General Characteristics of the Participants

(N=10,865)

Variable	Categories	n (%)	M±SD (Min-Max)
Year	2016	2,006 (18.5)	
	2017	2,262 (20.8)	
	2018	2,291 (21.1)	
	2019	2,230 (20.5)	
	2020	2,076 (19.1)	
Age (yr)			55.99±19.22 (15~106)
Gender	Male	6,797 (62.5)	
	Female	4,068 (37.5)	
Admission route	Direct	7,594 (69.9)	
	Indirect	3,271 (30.1)	
Ambulance type	119 ambulance	6,131 (56.4)	
	Other ambulance	2,168 (20.0)	
	Air ambulance	223 (2.0)	
	Other car	2,343 (21.6)	
Mechanism of injury	In car TA	1,421 (13.1)	
	Out car TA	1,129 (10.4)	
	Auto bicycle	822 (7.6)	
	Bicycle	344 (3.2)	
	Fall down	2,194 (20.2)	
	Slip down	3,266 (30.0)	
	Struck	930 (8.5)	
	Penetrating	550 (5.1)	
	Machine	202 (1.8)	
	Hanging	7 (0.1)	
ER stay time (minute)			246.34±173.56 (10~3004)
ER outcome	Ward	7,043 (64.8)	
	ICU	2,694 (24.8)	
	Operation & intervention	1,098 (10.1)	
	Death	30 (0.3)	
Transfusion (≤4hr)	Yes	812 (7.5)	
	None	10,053 (92.5)	
Transfusion (≤24hr)	Yes	1,457 (13.4)	
	None	9,408 (86.6)	

Variable	Categories	n (%)	M±SD (Min-Max)
Mental status	Alert	9,494 (87.4)	
	Verbal response	770 (7.1)	
	Painful response	448 (4.1)	
	Unresponsive	153 (1.4)	
KTAS	Level 1	373 (3.4)	
	Level 2	2,246 (20.7)	
	Level 3	4,820 (44.4)	
	Level 4	3,307 (30.4)	
	Level 5	119 (1.1)	
ISS	≤ 15	8,674 (79.8)	10.04±8.38 (1 ~ 75)
	≥ 16	2,191 (20.2)	
RTS			7.66±0.62 (1.90 ~ 7.84)
Clinical outcome	Discharge	5,848 (53.8)	
	Transfer	4,404 (40.5)	
	Death	342 (3.2)	
	Other	271 (2.5)	
Mortality	Survivor	10,523 (96.8)	
	Death	342 (3.2)	

ER=Emergency room; ICU=Intensive care unit; ISS=Injury Severity Score; KTAS=Korean Triage and Acuity Scale; M=Mean; Max=Maximum; Min=Minimum; RTS=Revised Trauma Score; SD=Standard deviation; TA=Traffic accident

응급실 체류시간은 평균 246.34±173.56분이었으며, 응급실 진료 결과는 병실로 입원 7,043건(64.8%), 중환자실로 입원 2,694건(24.8%), 수술 및 시술 1,098건(10.1%), 응급실 내 사망 30건(0.3%)이었다. 응급실 내원 4시간 이내 수술 시행이 812명(7.5%), 미시행이 10,053명(92.5%)이었다.

중증도 분류 방법에 따른 분류 결과는 KTAS 1등급은 373명(3.4%), 2등급은 2,246명(20.7%), 3등급은 4,820명(44.4%), 4등급은 3,307명(30.4%), 5등급은 119명(1.1%)으로 나타났다.

손상 중증도 점수체계 중 ISS 평균 점수는 10.04±8.38점, RTS 평균 점수는 7.66±0.62점이었었다. 입원 후 결과는 퇴원이 5,848건(53.8%), 전원이 4,404건(40.5%), 사망이 342건(3.2%) 순이었다. 전체 생존자는 10,523명(96.8%), 사망자는 342명(3.2%)이었다.

2. KTAS 중증도 분류 단계별 ISS, RTS 및 진료 결과

KTAS 중증도 분류 단계별 ISS, RTS 및 진료 결과 비교는 Table 2와 같다. KTAS에 따른 ISS 점수는 1등급에서 15점 이하의 환자가 76명(20.4%)이었으며, 16점 이상의 환자는 297명(79.6%)이었다. 2등급에서는 15점 이하의 환자가 1,240명(55.2%)이었으며, 16점 이상의 환자는 1,006명(44.8%)으로 나타났고, 3등급에서는 15점 이하 4,073명(84.5%), 16점 이상 747명(15.5%), 4등급에서는 15점 이하 3,175명(96.0%), 16점 이상 132명(4.0%)이었다. 5등급에서는 15점 이하 110명

(92.4%), 16점 이상 9명(7.6%)이었으며, KTAS 중증도 분류에 따른 ISS 점수와의 차이는 통계적으로 유의하였다($\chi^2=2279.44, p<.001$).

대상자의 KTAS 중증도 분류에 따른 RTS 점수는 1등급 5.61점, 2등급 7.45점, 3등급 7.80점, 4등급 7.83점, 5등급 7.84점으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=464.60, p<.001$).

대상자의 KTAS 분류에 따른 응급실 체류시간을 살펴보면, 1등급에서는 90분 이내로 체류한 환자가 76명(20.4%), 2등급 527명(23.5%), 3등급 543명(11.3%), 4등급 29명 (0.9%), 5등급 3명(2.5%)로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=754.36, p<.001$).

대상자의 KTAS 분류에 따른 중환자실 입원율은 1등급 225명(60.3%), 2등급 1,058명(47.1%), 3등급 1,112명(23.1%), 4등급 281명(8.5%), 5등급 18명(15.1%)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=1336.75, p<.001$).

대상자의 KTAS 분류에 따른 수술 및 시술을 시행한 환자는 1등급 122명(32.7%), 2등급 514명(22.9%), 3등급 336명(7.0%), 4등급 119명(3.6%), 5등급 7명(5.9%)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=822.13, p<.001$).

대상자의 KTAS 분류에 따른 응급실 내 사망률을 살펴보면, 1등급 12명(3.2%), 2등급 13명(0.6%), 3등급 4명(0.1%), 4등급 1명(0.0%), 5등급 0명(0.0%)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=138.76, p<.001$).

Table 2. Comparison of Triage Result of KTAS

(N=10,865)

Variable	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5					χ^2 (p)
	n (%) or M±SD					
	373 (3.4)	2,246 (20.7)	4,820 (44.4)	3,307 (30.4)	119 (1.1)	
ISS						
≤15	76 (20.4)	1,240 (55.2)	4,073 (84.5)	3,175 (96.0)	110 (92.4)	2279.44 (<.001)
≥16	297 (79.6)	1,006 (44.8)	747 (15.5)	132 (4.0)	9 (7.6)	
RTS	5.61±1.31	7.45±0.78	7.80±0.22	7.83±0.17	7.84±0.00	464.60 (<.001)
ER stay						
time (min)						
≤90	76 (20.4)	527 (23.5)	543 (11.3)	29 (0.9)	3 (2.5)	754.36 (<.001)
≥91	297 (79.6)	1,719 (76.5)	4,277 (88.7)	3,278 (99.1)	116 (97.5)	
ICU admission	225 (60.3)	1,058 (47.1)	1,112 (23.1)	281 (8.5)	18 (15.1)	1336.75 (<.001)
Operation & intervention	122 (32.7)	514 (22.9)	336 (7.0)	119 (3.6)	7 (5.9)	822.13 (<.001)
ER mortality						
Death	12 (3.2)	13 (0.6)	4 (0.1)	1 (0.0)	0 (0.0)	138.76 (<.001)
Survivor	361 (96.8)	2,233 (99.4)	4,816 (99.9)	3,306 (100.0)	119 (100.0)	
Hospital mortality						
Death	125 (33.5)	115 (5.1)	72 (1.5)	29 (0.9)	1 (0.8)	1262.64 (<.001)
Survivor	248 (66.5)	2,131 (94.9)	4,748 (98.5)	3,278 (99.1)	118 (99.2)	

ER=Emergency room; ICU=Intensive care unit; ISS=Injury Severity Score; KTAS=Korean Triage and Acuity Scale; M=Mean, RTS=Revised Trauma Score; SD=Standard deviation

대상자의 KTAS 분류에 따른 전체 병원 내 사망률은 1등급 125명 (33.5%), 2등급 115명(5.1%), 3등급 72명(1.5%), 4등급 29명(0.9%), 5등급 1명(0.8%)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=1262.64$, $p<.001$).

3. KTAS와 ISS, RTS 분류 방법별 진료 결과 예측력 분석

KTAS와 ISS, RTS 분류 방법별 진료 결과 예측력 분석은 Table 3과 같다.

KTAS와 ISS, RTS의 중증도 분류 방법별 중환자실 입원을 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS는 .71 (95% Confidence interval [CI]=.70~.72)이고, ISS의 곡선하면적은 .76 (95% CI=.75~.77), RTS의 곡선하면적은 .59 (95% CI=.58~.61)로 나타났다. KTAS와 ISS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였으며, 이는 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

KTAS와 ISS, RTS 중증도 분류 방법별 수술 및 시술 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS .72 (95% CI=.70~.73)이고, ISS .70 (95% CI=.69~.72), RTS .63 (95% CI=.61~.65)으로 KTAS와 ISS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였으며, 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

KTAS와 ISS, RTS의 중증도 분류 방법별 4시간 이내 수혈 시행률 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS .82 (95% CI=.80~.83), ISS .82 (95% CI=.81~.84), RTS .74 (95% CI=.72~.76)으로 나타났다. 수혈 시행률 예측도는 KTAS와 ISS는 높은 수준(good)에서 정확하였으며, RTS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였다. KTAS와 ISS는 RTS보다 수혈 시행률 예측도가 높은 수준으로 뛰어났으며, 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

KTAS와 ISS, RTS의 중증도 분류 방법별 90분 이내 응급실 체류 시간 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS .72 (95% CI=.71~.74), ISS .62 (95% CI=.60~.64), RTS .56 (95% CI=.54~.58)으로 KTAS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였으며, 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

KTAS와 ISS, RTS의 중증도 분류 방법별 응급실 내 사망률 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS는 .84 (95% CI=.77~.92), ISS는 .72 (95% CI=.61~.83), RTS는 .88 (95% CI=.79~.97)으로 KTAS와 RTS는 높은 수준(good)의 예측도 보였으며, ISS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였다. 응급실 내 사망률 예측도는 KTAS와 RTS가 ISS보다 뛰어났으며, 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

KTAS와 ISS, RTS의 중증도 분류 방법별 병원 내 사망률의 예측 분석에서 곡선하면적은 KTAS는 .79 (95% CI=.76~.81), ISS는 .83 (95% CI=.81~.85), RTS는 .81 (95% CI=.78~.84)로 KTAS는 타당한 수준(fair)의 예측도를 보였으며, ISS와 RTS는 높은 수준(good)의 예측도를 보였다. 병원 내 사망률 예측도는 ISS와 RTS가 KTAS보다 뛰어났으며, 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$).

4. KTAS와 ISS 분류 결과의 예측타당도 분석

KTAS와 ISS 분류 결과의 예측타당도 분석은 Table 4와 같다.

본 연구에서는 Choi 등[23]의 연구를 근거로 응급진료 결과 사망과 중환자실로 입원한 대상자를 중증환자, 그 외의 환자를 경중환자로 구분하였으며, KTAS 1, 2, 3등급, ISS 16점 이상을 응급으로 구분하였고, KTAS 4, 5등급, ISS 15점 이하를 비응급으로 구분하였다(Table 4-A).

Table 3. Prediction of Treatment Outcome in KTAS, ISS, and RTS

Variable	Scoring method	AUC	SE	95% Confidence interval		p
				Lower	Upper	
ICU admission rate	KTAS	.71	.01	.70	.72	<.001
	ISS	.76	.01	.75	.77	
	RTS	.59	.01	.58	.61	
Operation & intervention	KTAS	.72	.01	.70	.73	<.001
	ISS	.70	.01	.69	.72	
	RTS	.63	.01	.61	.65	
Transfusion (≤4hr)	KTAS	.82	.01	.80	.83	<.001
	ISS	.82	.01	.81	.84	
	RTS	.74	.01	.72	.76	
ER stay time (≤90min)	KTAS	.72	.01	.71	.74	<.001
	ISS	.62	.01	.60	.64	
	RTS	.56	.01	.54	.58	
ER mortality	KTAS	.84	.04	.77	.92	<.001
	ISS	.72	.06	.61	.83	
	RTS	.88	.05	.79	.97	
Hospital mortality	KTAS	.79	.01	.76	.81	<.001
	ISS	.83	.01	.81	.85	
	RTS	.81	.02	.78	.84	

AUC=Area under curve; ER=Emergency room; ICU=Intensive care unit; ISS=Injury Severity Score; KTAS=Korean Triage and Acuity Scale; RTS=Revised Trauma Score; SE=Standard error

Table 4. Predictive Validity of KTAS and ISS by Disposition of ICU Admission or Death in ER

Scoring method		Disposition		Total
		Admitted to ICU or death in ER	Admitted to non-ICU	
		n	n	
KTAS	Level 1~3	2,395 (a)	5,044 (c)	7,439 (a+c)
	Level 4~5	299 (b)	3,127 (d)	3,426 (b+d)
	Total	2,694 (a+b)	8,171 (c+d)	10,865 (a+b+c+d)
ISS	≥ 16	1,348 (a)	843 (c)	2,191 (a+c)
	≤ 15	1,376 (b)	7,298 (d)	8,674 (b+d)
	Total	2,724 (a+b)	8,141 (c+d)	10,865 (a+b+c+d)

Scoring method		Sensitivity a/(a+b) (95% CI)	Specificity d/(c+d) (95% CI)	PPV a/(a+c) (95%CI)	NPV d/(b+d) (95%CI)	PLR Sensitivity/ (1-Specificity) (95%CI)	NLR (1-Sensitivity)/Specificity (95% CI)
KTAS	Admitted to ICU or death in ER	.88 (.87-.90)	.38 (.37-.39)	.32 (.31-.33)	.91 (.90-.92)	1.44 (1.41-1.47)	0.29 (0.26-0.32)
	Admitted to ICU or death in ER	.49 (.47-.51)	.89 (.89-.90)	.25 (.24-.26)	.61 (.59-.63)	0.48 (0.44-0.52)	0.06 (0.05-0.06)

CI=Confidence interval; ER=Emergency room; ICU=Intensive care unit; ISS=Injury Severity Score; KTAS=Korean Triage and Acuity Scale; NLR=Negative likelihood ratio; NPV=Negative predicted value; PLR=Positive likelihood ratio; PPV=Positive predicted value

KTAS 분류 결과에 대한 민감도는 .88 (95% CI=.87~.90)이었으며, 특이도는 .38 (95% CI=.37~.39)으로 나타났다. 양성 예측도는 .32 (95% CI=.31~.33), 음성 예측도는 .91 (95% CI=.90~.92)으로 나타났으며, 양성 검정 우도비는 1.44 (95% CI=1.41~1.47), 음성 검정 우도비는 0.29 (95% CI=0.26~0.32)으로 나타났다(Table 4-B).

ISS 분류 결과에 대한 민감도는 .49 (95% CI=.47~.51)이었으며, 특이도는 .89 (95% CI=.89~.90)으로 나타났다. 양성 예측도는 .25 (95% CI=.24~.26), 음성 예측도는 .61 (95% CI=.59~.63)으로 나타났으며, 양성 검정 우도비는 0.48 (95% CI=0.44~0.52), 음성 검정 우도비는 0.06 (95% CI=0.05~0.06)으로 나타났다(Table 4-B).

논 의

본 연구는 I시에 위치한 권역 외상 및 응급 의료 센터에 내원한 외상환자를 대상으로 외상환자 분류 도구인 KTAS의 초기 외상환자 중증도 분류 및 예후 예측 정도를 분석하여 KTAS가 외상환자 초기 분류 도구로 타당한지 검증하기 위하여 시행되었다. 외상환자의 예후는 선행연구를 통하여 응급실 체류시간, 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 응급실 내 사망률, 병원 내 사망률을 주요 지표로 삼았으며, 본 연구에서는 외상환자의 수혈 시행률을 추가 지표로 검토하였다. 주요 연구 결과에 따른 논의는 아래와 같다.

본 연구에서는 KTAS가 외상환자의 중증도를 얼마나 잘 분류하는지 파악하기 위하여 KTAS 등급별 주요 중증도 분류 지표를 분석하였다. KTAS 등급별 ISS 점수를 살펴보면, 중증외상환자 지표인 ISS 16점 이상인 환자는 KTAS 1등급 79.6%, 2등급 44.8%, 3등급 15.5%, 4등급 4.0%, 5등급 7.6%로 등급이 높아질수록 중증외상환자의 비율이 높게 나타났다. 이는 동일한 외상환자를 대상으로 조사한 Kim[24]의 연구에서 KTAS 1등급 87.7%, 2등급 60.8%, 3등급 30.3%, 4등급 1.9%, 5등급 0.8%로 본 연구와 비슷한 결과를 보여주었다. 이러한 결과를 바탕으로 KTAS는 중증외상환자를 잘 선별하는 것으로 볼 수 있으며, 외상환자 분류에 있어 KTAS의 중요성이 반영됨을 알 수 있다. 따라서 응급실에서 초기 환자 분류 담당 간호사에게 KTAS에 대한 교육의 필요성을 강조하고 이러한 개념을 포함한 교육 프로그램 개발이 필요할 것이다.

KTAS 등급별 RTS는 KTAS 1등급 5.61점, 2등급 7.45점, 3등급 7.80점, 4등급 7.83점, 5등급 7.84점으로 KTAS 등급이 높아질수록 RTS가 유의하게($\chi^2=464.60, p<.001$) 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 또한 본 연구에서는 KTAS 등급별 외상환자의 응급실 내 사망률과 병원 내 사망률을 조사하였으며, 등급이 높아질수록 사망률도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. RTS는 Orthon[25], Javali[26]의 선행

연구에서 외상환자의 사망률 예측의 정확성을 입증받은 도구로써 본 연구의 결과와 연관지어보면 KTAS 분류는 외상환자의 사망률을 예측하는 도구로 적절하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 KTAS를 단순히 초기 사정 및 중증도 분류 도구로만 사용하는 기존의 인식을 개선하여 외상환자의 사망률을 초기에 예측할 수 있는 도구로써 중요성을 강조하여야 할 것이다. 이는 분류 담당 간호사가 외상환자의 분류를 정확하고 효과적으로 시행할 수 있는 계기가 될 것이다.

본 연구에서는 여러 선행연구를 참고하여 외상환자의 중증도를 예측하는 변수로 중환자실 입원율, 수술 및 시술 시행률, 수혈 시행률, 응급실 체류시간, 응급실 내 사망률, 병원 내 사망률을 주요 지표로, 외상환자의 대표적인 중증도 분류 도구인 ISS 및 RTS와 비교하여 KTAS의 예측력을 분석하였다.

분석 결과, 모든 변수에 대해서 KTAS는 .70 이상의 예측력을 나타내었으며, 그 중 수술 및 시술 시행률, 4시간 이내 수혈 시행률, 90분 이내 응급실 체류시간 및 응급실 내 사망률은 ISS와 RTS보다 뛰어났으며, 특히 4시간 이내 수혈 시행률, 응급실 내 사망률에 관해서는 .80 이상의 높은 예측력을 보였다. 대학병원으로 내원한 외상환자를 대상으로 2년 이상의 응급실 경력 간호사가 분류하여 KTAS의 예측력을 분석한 Kang[16]의 연구에서도 중환자실 입원율, 병원 내 사망률에서 KTAS의 예측력이 높게 나타났다. 이러한 결과는 KTAS가 ISS, RTS와 비슷하거나 약간의 뛰어난 예측력을 가지고 있으며 사망률뿐만 아니라 외상환자의 전반적인 예후를 예측하는데 효과적인 도구임을 알 수 있었다. 따라서 응급실에서 KTAS 분류를 시행하는 간호사 및 의료 인력에 대한 KTAS 교육 프로그램에 이 내용을 포함한다면 외상환자 분류에 있어 KTAS의 타당도를 잘 설명할 수 있을 것이다. 또한 영상 검사 및 수술을 통하여 점수를 산출하는 ISS와 환자가 응급실로 입실 후 측정하는 RTS보다 환자 초기 평가에 해당하는 KTAS가 여러 변수들에 대한 예측력이 높은 것은 KTAS 분류에 참여하는 간호사 역할 및 역량의 중요성을 대변하는 것이다. 따라서 KTAS의 체계적인 교육 및 외상환자의 특성이 잘 반영된 분류 지표에 대한 이해와 수행이 필요하며, 나아가 그에 상응하는 행위 수가로 인정받아 처우개선은 물론 간호의 위상을 높여야 할 것이다.

본 연구는 선행연구에서 다루지 않은 수혈 시행률에 대한 예측력을 추가로 조사하였으며, KTAS는 .82의 예측력을 보이며, ISS와 비슷하고 RTS보다 높은 예측력을 나타냈다. 선행연구[27]에 따르면 외상환자에 있어 저혈량성 쇼크는 예측하기 어려운 인자이며, 응급 수혈을 포함한 대량수혈 등을 시행해야 하는 경우가 많은데, 본 연구 결과를 근거로 KTAS가 응급 수혈 및 대량수혈에 중요 예측지표로 활용할 수 있을 것이라 사료된다. 무분별한 수혈은 경

제적 손실 및 환자의 예후에 악영향을 끼치기 때문에 수혈에 대한 예측지표로서 KTAS의 활용에 대한 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 외상환자에 있어 중환자실 입원율과 응급실 내 사망률을 주요 중증도 지표로 삼아 예측타당도를 비교한 결과 주요 지표에 대한 KTAS의 민감도는 .88, 특이도는 .38로 나타났다. 권역 및 지역 응급의료센터로 내원한 15세 이상의 성인 4,198,805명을 대상으로 KTAS의 민감도와 특이도를 조사한 Choi[23]의 선행연구를 살펴보면, 민감도는 .91, 특이도는 .58로 민감도는 본 연구 결과와 비슷하지만, 특이도는 차이가 있었다. 하지만 선행연구는 응급실에 내원한 전체 환자를 대상으로 진행하였으며, KTAS 분류자가 간호사 외에 의사 및 응급 구조사와 같이 다양한 직종이 분류하였기 때문에 정확한 비교가 어렵다. KTAS의 목적은 응급환자의 우선순위를 정하여 신속하고 정확한 처치를 하는 것이므로 외상환자의 분류에서 민감도가 높게 나타난 것은 그만큼 적절한 분류와 신속한 처치를 받을 수 있도록 하였다는 것을 시사함으로 본 연구 결과의 민감도는 의미하는 바가 크다. 반면, 특이도는 .38으로 다소 낮게 나타났으며, 이러한 결과는 비응급 환자를 응급 환자로 과대 분류(over-triage) 할 가능성이 있음을 의미하며 과대 분류로 인해 중증도가 높게 분류되면 제한된 응급실 자원을 비효율적으로 사용하게 되는 결과를 초래한다[28]. 이에 분류의 정확성을 높이기 위해 과대 분류 및 과소 분류의 요인을 검토하고 KTAS 분류 결과에 대한 지속적인 모니터링을 통해 분류 과정이 적절한지 평가하고 KTAS 단계 결정의 다양한 사례를 수집하여 외상환자와 관련된 교육 프로그램을 개선하고 중증도 분류 간호사의 역량 강화를 위한 체계적인 교육이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구를 통하여 외상환자의 중증도 분류 방법으로써 KTAS와 ISS 및 RTS를 비교한 결과 KTAS는 외상환자에서 중증도를 타당성 있게 분류하여 외상환자 내원 시 분류자가 빠른 시간 내에 정확한 판단을 내리는데 효과적으로 활용할 수 있으며, ROC curve를 이용한 예측력 분석에서는 특히, 수술 및 시술 시행률, 4시간 이내 수혈 시행률, 90분 이내 응급실 체류시간 및 응급실 내 사망률을 예측할 수 있는 우월성을 가진 도구라는 것을 확인할 수 있다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있었다. 한편 KTAS는 비교적 민감도가 높아 외상환자 응급처치의 우선순위를 정하고 정확한 처치를 신속하게 제공하는데 적절한 반면 특이도가 낮은 편으로 이에 대한 원인 분석 및 분류자의 역량 향상과 정확도를 높이기

위한 지속적인 교육이 필요하다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 연구 대상을 단일 병원에 15세 이상으로 한정하였으므로 대한민국 전체의 응급실 방문 환자들을 대상으로 연구결과를 확대 해석하는데 신중을 기해야 한다. 둘째, 민감도와 특이도 분석 시 진료 결과를 응급과 비응급으로 구분하는 합의된 절대 기준이 없어 선행연구에 근거하여 기준을 제시했다는 점이다.

본 연구를 바탕으로 다음과 같이 제언한다. 첫째, KTAS의 타당성 검증을 위한 주요 지표로 수혈을 예측변수로 분석한 선행연구가 없는 실정으로 추가 연구가 필요하다. 둘째, 다양한 특성을 지닌 다수의 응급센터를 대상으로 한 양적 연구 및 15세 이하의 소아 환자에 대한 후속 연구가 필요하다. 셋째, 생리학적 지표와 해부학적 지표의 혼합형 지표인 TRISS 등 다양한 외상환자 중증도 분류 도구와의 비교 연구가 필요하다.

ORCID

Choi, YoonHee	https://orcid.org/0000-0002-3688-9230
Kim, BoHwa	https://orcid.org/0000-0001-6582-4260
Shin, JiEun	https://orcid.org/0000-0002-6968-6739
Jang, MyungJin	https://orcid.org/0000-0001-5059-0385
Lee, EunJa	https://orcid.org/0000-0003-3525-7829

REFERENCES

1. Kam S, Lee JH, Kim JK, Seo KS, Yu YK. Evaluating trauma care: TRISS method. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 1996;7(2): 179-87.
2. Ministry of Health and Welfare. The difference in damage occurrence between regions is more than 7 times, and customized preventive management centered on the region is required [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2017 [cited 2020 September 21]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&CONT_SEQ=340081
3. Ministry of Health and Welfare. The nation's "preventable trauma mortality rate" has improved significantly from 30.5% to 19.9% [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2019 [cited 2020 September 21]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&CONT_SEQ=351836
4. McGwin G Jr, Nunn AM, Mann JC, Griffin R, Davis GG, MacLennan PA, et al. Reassessment of the tri-modal mortality distribution in the presence of a regional trauma system. *The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care*. 2009;66(2):526-30. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181623321>
5. Lim DK, Lee CJ, Jin SG, Chung TN, Kim EC, Choi S, et al. Prognostic factor, for major trauma patients in the emergency medical service system. *Journal of Trauma and Injury*. 2011;24(2):89-94.
6. Mowery NT, Dougherty SD, Hildreth AN, Holmes JH, Chang MC, Martin

- RS, et al. Emergency department length of stay is an independent predictor of hospital mortality in trauma activation patients. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2011;70(6):1317-25.
<http://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182175199>
7. Ministry of Health and Welfare. 2013 guidance on the project to support the establishment of regional trauma centers[Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2013 [cited 2020 september 21]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0101vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=040102&CONT_SEQ=287051
 8. Yoon YC, Lee JN, Chung M, Jeon YB, Park JJ, Yu BC, et al. Three-year analysis of patients and treatment experiences in the regional trauma center of Gachon University Gil Hospital between 2011 and 2013. *Journal of Trauma and Injury*. 2014;27(4):170-7.
 9. Park SR, Park JS. A study on the architectural planning of spatial configuration and area composition for regional trauma center in Korea. *Korea Institute of Healthcare Architecture*. 2017;23(3):81-90.
<https://doi.org/10.15682/kiha.2017.23.3.81>
 10. Yang MA. Introduction to the tool to classify the severity levels of injury patients. *Korea Disease Control and Prevention Agency*. 2014;7(41):917-20.
 11. Kim YH, Seo KS, Lee MJ, Park JB, Kim JK, Ahn JY, et al. Application of new trauma scoring systems for mortality prediction in patients with adult major trauma. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 2014;25(4):447-55.
 12. Kondo Y, Abe T, Kohshi K, Tokuda Y, Cook EF, Kukita I, Revised trauma scoring system to predict in-hospital mortality in the emergency department: Glasgow coma scale, age, and systolic blood pressure score. *Critical Care*. 2011;15(4):R191. <https://www.doi.org/10.1186/cc10348>
 13. Lee KH. How to develop and use the KTAS (Korean Triage and Acuity Scale). *The Korean society of emergency medicine spring conference*; 2013 April 18-19; Highbone Resort. Jeongseon: Uri Medicine Company; 2013. p. 417-24.
 14. Park JB, Lim TH. Korean Triage and Acuity Scale (KTAS). *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 2017;28(6):547-51.
 15. Kim JH, Kim JW, Kim SY, Hong DY, Park SO, Beak KJ, et al. Validation of the Korean triage and acuity scale compare to triage by emergency severity index for emergency adult patient: preliminary study in a tertiary hospital emergency medical center. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 2016;27(5):436-41.
 16. Kang HJ. The adequacy of Korean Triage and Acuity Scale (KTAS) compared with Injury Severity Score (ISS) in the trauma patients. [master's thesis]. Daejeon: Eulji University; 2018. p. 1-63.
 17. Kim SN. Analysis of correlation between new injury severity score and Korean triage and acuity scale in evaluating traumatic patients. [master's thesis]. Chungju: Korea National University of Transportation; 2018. p. 1-57.
 18. Lee IH, Kim OH, Kim CS, Oh JH, Lim TH, Lee JW, et al. Validity analysis of Korean triage and acuity scale. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 2018;29(1):13-20.
 19. Ministry of Health and Welfare. Enactment of the Korean emergency patients severity classification standard [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015 [cited 2020 September 21]. Available from: https://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb0406vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=030406&CONT_SEQ=329273
 20. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *The Journal of Trauma*. 1974;14(3):187-96.
<https://doi.org/10.1097/00005373-197403000-00001>
 21. Jung KW, Lee CJ, Kim JY. Injury severity scoring system for trauma patients and trauma outcomes research in Korea. *Journal of Acute Care Surgery*. 2016;6(1):11-7. <https://doi.org/10.17479/jacs.2016.6.1.11>
 22. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME, et al. A revision of the trauma score. *The Journal of Trauma*. 1989;29(5):623-9. <https://doi.org/10.1097/00005373-198905000-00017>
 23. Choi HJ, Ok JS, An SY. Evaluation of validity of the Korean Triage and Acuity Sscale. *Korean Society of Nursing Science*. 2019;49(1):26-35.
 24. Kim HJ, Kim YK. Comparison of the characteristics according to injury severity score between elderly and non-elderly with trauma. *Journal of Korean Public Health Nursing*. 2018;32(2):304-18.
<https://doi.org/10.5932/JKPHN.2018.32.2.304>
 25. Orhon R, Eren SH, Karadayi S, Korkmaz I, Coskun A, Eren M, et al. Comparison of trauma scores for predicting mortality and morbidity on trauma patients, *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi*. 2014;20(4): 258-64. <https://doi.org/10.5505/tjtes.2014.22725>
 26. Javali RH, Krishnamoorthy, Patil A, Srinivasarangan M, Suraj, Sriharsha. Comparison of injury severity score, new injury severity score, revised trauma score and trauma and injury severity score for mortality prediction in elderly trauma patients. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2019;23(2):73-7. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23120>
 27. Jo HK, Park YJ, Kim SP, Kim SJ, Cho SH, Cho NS. Factors for predicting the need for an emergency blood transfusion to a multiple trauma patient using Emergency room Transfusion Score (ETS). *Journal of Trauma and Injury*. 2015;28(1):1-8. <https://doi.org/10.20408/jti.2015.28.1.1>
 28. Shin JW, Lee SH, Lee DS, Kim HB, Jo YM, Bae BG, et al. Validity of the newly developed five level pediatric triage system implemented in a children's hospital emergency department. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 2017;28(6):557-63.