

두부 외상 환자의 중증도 평가 시 단순운동점수의 유용성

경북대학교 의과대학 응급의학교실

이상경 · 류현욱 · 박정배 · 서강석 · 정제명

— Abstract —

Validation of the Simplified Motor Score for the Triage after Traumatic Brain Injury

Sang Kyong Lee, M.D., Hyun Wook Ryoo, M.D., Jung Bae Park, M.D.,
Kang Suk Seo, M.D., Jae Myung Chung, M.D.

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose: The Glasgow Coma Scale (GCS), though it is widely used for triage, has been criticized as being unnecessarily complex. Recently, a 3-point Simplified Motor Score (SMS, defined as obeys commands=2; localizes pain=1; withdrawals to pain or worse=0) was developed from the motor component of the GCS and was found to have a similar test performance for triage after traumatic brain injury when compared with the GCS as the criterion standard. The purpose of this study was to validate the SMS.

Methods: We analyzed the patients who visited Kyungpook National University Hospital emergency center after traumatic brain injury from 2006 January to 2006 June. The test performance of the GCS, its motor component, and SMS relative to three clinically relevant traumatic brain injury outcomes (abnormal brain CT scans, Abbreviated Injury Scale (AIS) ≥ 4 , and mortality) were evaluated with areas under the receiver operating characteristic curves (AUCs).

Results: Of 504 patients included in the analysis, 25.6% had an abnormal brain CT scans, 13.1% had AIS ≥ 4 , and 5.0% died. The AUCs for the GCS, its motor component, and SMS with respect to the abnormal CT scans were 0.776, 0.715, and 0.716, and respectively, those for AIS ≥ 4 and mortality, were 0.969, 0.973, and 0.968, and 0.931, 0.909, and 0.909, respectively.

Conclusion: The 3-point SMS demonstrated similar test performance when compared with the 15-point GCS score and its motor component for triage after traumatic brain injury in our populations. (J Korean Soc Traumatol 2008;21:71-77)

Key Words: Trauma, Brain injury, Triage

* Address for Correspondence : **Hyun Wook Ryoo, M.D.**

Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University,
50 Samdok-2ga, Jung-gu, Daegu, 700-721 Korea

Tel : 82-53-420-6400, Fax : 82-53-428-2820, E-mail : realfreeman@hanmail.net

접수일: 2008년 8월 1일, 심사일: 2008년 10월 15일, 수정일: 2008년 10월 23일, 승인일: 2008년 10월 30일

I. 서 론

외상 환자가 발생했을 때, 사고 현장에서 적절한 중증도 분류를 통해 후송병원을 결정하는 것은 중요하다. 이는 중증도가 높은 환자를 바로 3차 병원으로 후송함으로써 이송 실패에 따른 불필요한 시간 지연을 줄이고, 경한 환자로 인해 3차 병원 응급실이 과밀화되는 것을 개선하여 한정된 의료 시설, 인력, 장비 등을 중증 환자 치료에 집중적으로 이용할 수 있기 때문이다.

현재 외국에서는 Trauma Index, Triage Index, Trauma Score, Revised Trauma Score (RTS), CRAMS scale, Prehospital Index, 글라스고우 혼수 척도(Glasgow Coma Scale, GCS) 등의 여러 지표가 병원전 단계에서 환자 중증도 분류에 이용되고 있다.(1-3) 이중 GCS는 현장이나 병원 내에서 두부 외상 환자의 의식을 평가하는 도구로 가장 널리 이용되고 있지만(4-7), 눈 주위 손상이 있을 때 눈꺼풀 부종 등으로 인해 개안 반응을 확인하기가 어렵고, 기도 삽관이 되어 있거나 입 주위 손상이 동반되어 있을 경우 언어 반응을 평가하기 힘든 단점이 있다. 또한 전체 GCS를 평가하는 것이 다소 복잡하고, 평가자 간에 결과가 다를 수 있는 제한점이 있어(8) 이를 보완하기 위해 GCS의 운동 요소(GCS motor component, GCSMC)로 전체 GCS를 대체할 수 있는 지에 대한 연구가 있었다.(9-14)

하지만 국내에서는 아직까지 병원전 단계에서 GCS나 GCSMC 등의 중증도 분류 지표를 사용하는 것이 활성화되어 있지 않고, 구급대원의 주관적 판단이나 환자 또는 보호자의 요구에 의해 후송병원이 결정되고 있는 실정이다. 그러므로 구급대원이 환자의 중증도를 분류하여 적절한 병원전 처치와 적정 수준의 후송병원을 결정할 수 있도록 하기 위해서는, 비교적 간단하여 쉽게 익힐 수 있고 사용이 편리한 중증도 분류지표의 개발과 보급이 필요할 것으로 생각된다. Gill 등(15-17)은 GCS의 운동요소를 더욱 단순화시켜 개발한 단순운동점수(Simplified Motor Score, SMS) (Table 1)를 병원전 단계에서 두부 외상환자의 중증도 분류 지표로 사용할 것을 주장하였다. 이에 본 연구는 병원전 단계에서 중증도 분류 지표의 활용이 떨어져 있는 우리나라에서 SMS를 GCS 및 GCSMC와의 비교

를 통해 그 유용성을 평가하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

2006년 1월 1일부터 6월 30일까지 두부 외상 후 경북대학교병원 응급의료센터를 내원한 611명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 대상 환자 총 611명 중 의무기록이 미비하거나 두부 전산화 단층 촬영(Computerized Tomography, CT)을 시행 받지 않은 54명을 우선 제외하였고, 알코올(혈중 알코올 농도 50 mg/dL 이상), 신경 안정제 등의 약물 복용이 의식 변화에 영향을 주었다고 판단되는 27명을 연구 대상에서 제외하였다. 또한 저혈량성 쇼크, 저산소성 뇌병증 등이 있었던 20명 역시 두부 외상과 별도로 환자의 의식에 영향을 미칠 수 있으므로 제외하였다. 저혈량성 쇼크는 수축기 혈압이 90 mmHg 이하, 저산소증은 상온에서 동맥혈 가스분석 상 산소포화도가 92% 이하인 경우로 정의하였다.(18,19) 그 외에 치매, 뇌졸중 등의 기저 질환이 있어 두부 외상에 의한 의식 변화 정도를 평가할 수 없었던 5명을 제외한 504명을 분석하였다.

의무기록지에 기록된 환자의 성별, 나이와 내원 초기 생체 징후(혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, 산소포화도), 사고 기전, 내원 시 GCS 등의 자료를 수집하였다. 또한 RTS, 두부 CT 소견, 두부 Abbreviated Injury Scale (AIS) 및 사망 여부 등을 조사하였다. 두부 CT 상 두개골 골절 또는 두개저부 골절, 뇌좌상, 뇌지주막하 출혈, 경막하 출혈, 경막외 출혈, 뇌기종, 미만축삭손상이 있었던 경우 비정상 소견으로 분류하였고 단순 두피 열상이나 부종은 제외하였다. AIS는 AIS 2005(20)를 기준으로 하였고 사고의 기전은 Utstein style(21)을 기초로 분류하였다.

두부 외상에 대한 중증도 판단 기준으로 비정상 두부 CT 소견, 사망 여부, 두부 AIS 4점 이상 세 가지로 정하였고, GCS, GCSMC, SMS 점수 별로 Receiver Operating Characteristics (ROC)를 이용해 Area Under Curves (AUCs)를 측정하여 비교하였다.(22) 또한 GCS, GCSMC, SMS 점수 별로 사망 여부, 두부 AIS 4점 이상에 대한 민감도, 특이도 및 정확도를 구해 비교하였다. 통계 분석은 SPSS 14.0 K를 이용하였다.

Table 1. Simplified Motor Score

	SMS*	GCSMC†
Obeys commands	2	6
Localizes pain	1	5
Withdrawal to pain or less response	0	≤4

* SMS: Simplified Motor Score

† GCSMC: GCS motor component

III. 결 과

대상 환자 504명 중 남자는 325명(64.5%), 여자는 179명(35.5%)이었으며, 평균 연령은 43.9±18.3세였다. 초기 생체징후로 수축기 혈압의 평균은 132.1±24.9 mmHg, 확장기 혈압은 75.9±16.5 mmHg, 분당 심박수는 86.0±19.0회, 분당 호흡수는 17.5±3.5회로 나타났다. RTS의 평균값은 11.7±1.0, AIS의 평균값은 1.7±1.3을 보였다. GCS의 평균값은 14.2±2.5이었고, 각 요소별로 살펴보았을 때 개안 반응은 3.7±0.8, 언어 반응은 4.7±0.9, 운동 반응은 5.7±1.0로 나타났다. SMS는 1.8±0.6이었다(Table 2). 사고의 기전은 자동차 탑승자 손상이 가장 많은 116명(30.0%)으로 나타났다,

미끄러져 다친 경우가 82명(16.2%)으로 그 다음으로 많았다. 그 외 폭행, 보행자 교통사고, 추락, 오토바이 사고, 자전거 사고의 순서로 나타났다(Table 3). 대상 환자 중 두부 CT에서 비정상 소견을 보인 경우는 121명(25.6%)이었고, AIS 4점 이상은 66명(13.1%), 사망한 경우는 25명(5.0%)이었다. 비정상 CT 소견에 대한 SMS, GCSMC, GCS의 AUC는 각각 0.716, 0.715, 0.776이었다. 사망에 대해서는 각각 0.968, 0.973, 0.969였으며 두부 AIS 4점 이상에 대해서는 SMS, GCSMC 둘 다 0.909, GCS는 0.931이었다(Fig. 1-3) (Table 4).

사망 여부에 대한 GCS의 cutoff 값을 10으로 했을 때 민감도는 0.909, 특이도는 0.975, 정확도는 97.2%이었다. GCSMC의 cutoff 값을 6으로 하였을 때, 민감도는 0.960,

Table 2. Sex, age and the physiologic measures of study patients on arrival

	Mean ± SD
M/F	325/179
Age (years)	43.9 ± 18.3
SBP* (mmHg)	132.1 ± 24.9
Heart Rate	86.0 ± 19.0
Respiratory Rate	17.5 ± 3.5
RTS [†]	11.7 ± 1.0
AIS [‡] (Head)	1.7 ± 1.3
GCS [§]	14.2 ± 2.5
GCSMC	5.7 ± 1.0
SMS [¶]	1.8 ± 0.6

* SBP: Systolic Blood Pressure

† RTS: Revised Trauma Score

‡ AIS: Abbreviated Injury Scale

§ GCS: Glasgow Coma Scale

|| GCSMC: GCS motor component

¶ SMS: Simplified Motor Score

Table 3. Injury mechanism

Type	Number (%)
Blunt	495 (98.2)
Transport	
Vehicle occupant	116 (30.0)
Pedestrian	54 (10.7)
Motorcycle	48 (9.5)
Pedalcycle	24 (4.8)
Others	7 (1.4)
Non-transport	
Slipping-down	82 (16.2)
Assault	77 (15.3)
Fall	51 (10.1)
Sports	9 (1.8)
Struck by falling Objects	8 (1.6)
Others	19 (3.8)
Blast	2 (0.4)
Unknown	7 (1.4)

특이도는 0.914, 정확도는 91.7%이었고 SMS의 cutoff 값 2에 대한 민감도, 특이도, 정확도는 각각 0.960, 0.917, 91.9%였다. 두부 AIS 4점 이상에 대한 GCS의 cutoff 값을 14로 했을 때 민감도는 0.862, 특이도는 0.980, 정확도는 96.6%이었다. GCSMC의 cutoff 값을 6으로 하였을 때 민감도는 0.849, 특이도는 0.980, 정확도는 96.2%이었고, SMS의 cutoff 값 2에 대한 민감도, 특이도, 정확도는 각각 0.849, 0.982, 96.4%이었다(Table 5).

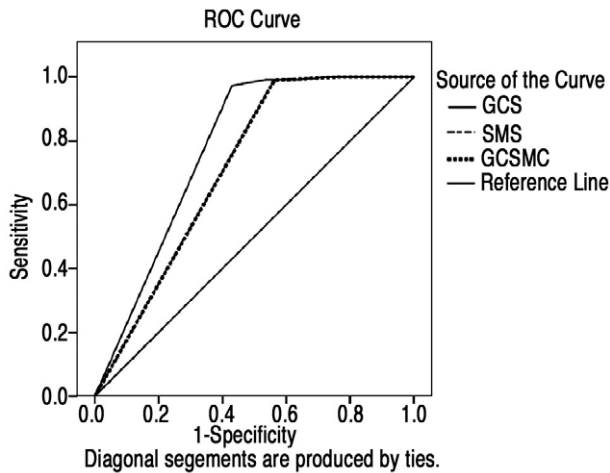


Fig. 1. ROC* curves for the GCS[†], GCSMC[‡], and SMS for the prediction of abnormal brain CT scans

* ROC: Receiver Operating Characteristics
 † GCS: Glasgow Coma Scale
 ‡ GCSMC: GCS motor component
 § SMS: Simplified Motor Score

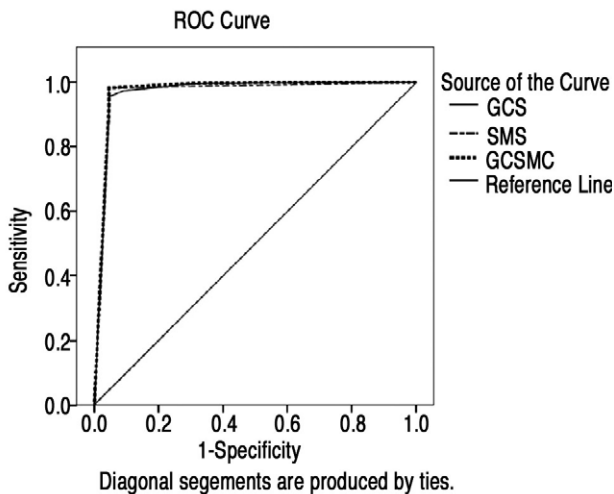


Fig. 2. ROC* curves for the GCS[†], GCSMC[‡], and SMS for the prediction of mortality

* ROC: Receiver Operating Characteristics
 † GCS: Glasgow Coma Scale
 ‡ GCSMC: GCS motor component
 § SMS: Simplified Motor Score

IV. 고찰

외상은 허혈성 심장 질환, 뇌혈관 질환과 함께 성인의 사망과 장애의 주요 원인이다.(23) 또한 전 세계적으로 7명 중 1명이 외상으로 사망하고 있으며 의료의 지속적인 발전에도 불구하고 향후 15년 후에는 5명 중 1명이 외상으로 사망할 것으로 예측되고 있다.(24) 이처럼 개인적 고통뿐만 아니라 엄청난 사회적 비용이 소모되는 외상 관련 문제를 개선하기 위해서는 안전 교육 등 예방이 무엇보다 중요하며, 아울러 외상이 발생했을 때 신속한 후송과 적절한 조치가 이루어질 수 있는 외상 시스템 마련이 뒤따라야 한다.

외상은 대체로 발생 즉시 파악이 가능하여 119 구급 대원의 현장 출동으로부터 치료가 시작되며, 의료기관에서 신속하게 전문 치료로 이어질 때 더 좋은 결과를 얻을 수 있다. 특히 중증 외상 환자의 경우 적정 수준의 의료기관에서 고도의 집중된 치료를 적기에 받음으로써 예후를 향상시킬 수 있다. Draaisma 등(25)은 중소병원의 경우 대형 병원에 비하여 외상환자의 예방 가능 사망률이 높았다고 보고하면서 이를 개선하기 위하여 중증외상 환자인 경우 충분한 처치 능력이 있는 의료기관으로 이송되어야 한다고 주장하였다. 한편 김 등(26)은 응급실에 119구급차를 이용해 내원한 환자의 51.5%는 비응급 환자였다고 보고하면서 우리나라 병원전 단계에서의 중증도 분류와 후송병원 결정에 문제가 있는 것으로 지적하였다. 본 연구에서도 연구 대상 환자 중 13.1%만 중증 외상 환자로 권역응급의

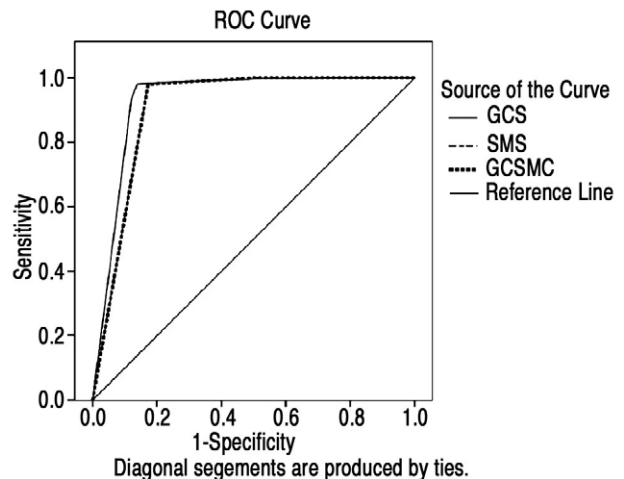


Fig. 3. ROC curves for the GCS, GCSMC, and SMS for the prediction of head AIS ≥ 4

* ROC: Receiver Operating Characteristics
 † GCS: Glasgow Coma Scale
 ‡ GCSMC: GCS motor component
 § SMS: Simplified Motor Score
 || AIS: Abbreviated Injury Scale

료센터인 본 의료기관에 경증 환자 비율이 높음을 알 수 있다. 중증도가 낮은 환자인 경우 1,2차 의료기관으로 분산하여 치료 받도록 하는 것이 한정된 의료의 효율적 이용이라는 측면에서 바람직하다고 하겠다.

현재 국내에서는 권역별, 지역별 응급의료센터의 확충을 통해 효율적인 자원 분배를 위해 노력하고 있지만 아직까지 병원전 단계에서 후송병원을 선택하는 결정은 구체적인 기준에 의거하기보다 환자나 보호자의 요구 또는 구급대원의 개인적 선택에 의해 이루어지고 있는 실정이다.(27) 따라서 적절한 중증도 분류 기준 마련이 필요하며 이러한 평가 도구는 첫째, 환자의 중증도를 정확하게 파악할 수 있어야 하며 둘째, 비교적 간단하여 짧은 후송 시간에도 손쉽게 사용 가능해야 한다. 그리고 평가자 간에 일치성이 높아야 하며 마지막으로 모든 환자에서 보편적으로 사용 가능해야 한다.

두부 외상 환자의 중증도 평가 도구로서 지금까지 널리

이용되고 있는 GCS는 1974년 처음으로 Teasdale과 Jennett에 의해 사용되어 두부 외상 후 의식이 저하된 환자의 임상적 평가를 위해 사용되었으며, 현재는 두부 외상 환자뿐만 아니라 전체 외상 환자 및 질병 환자에게까지 그 활용도가 높아져 왔다. GCS는 또한 RTS나 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) 점수에서처럼 다른 평가 지표의 한 요소로도 이용되고 있다.

하지만 GCS는 평가자 간에 일치율이 낮고(8), 전체를 평가하는 것이 다소 복잡하여 병원전 단계에서의 활용도가 떨어져 있다. 또한 눈 주위 손상이 동반된 경우 개안 반응의 확인이 불가능할 수 있으며, 입 주위 손상으로 인해 언어 반응을 정확하게 측정하기 힘든 단점이 지적되고 있다.

이를 보완하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있는데 Healey 등(9)은 20만 명 이상을 대상으로 GCS에 따른 생존 예측의 정확성을 연구하여 GCS의 운동 요소가 가장 생존 예측에 대한 정확도가 높다고 보고하였다. Ross 등

Table 4. AUC* and their 95% Confidence Intervals for the GCS[†], GCSMC[‡], and SMS[§] for the prediction of abnormal CT scans, mortality, and AIS^{||} ≥ 4

	Abnormal CT		Mortality		AIS ≥ 4	
	AUC	95% CI [¶]	AUC	95% CI	AUC	95% CI
GCS [†]	0.776	0.719 ~0.834	0.969	0.915 ~1.000	0.931	0.880 ~0.981
GCSMC [‡]	0.715	0.654 ~0.776	0.973	0.920 ~1.000	0.909	0.851 ~0.967
SMS [§]	0.716	0.655 ~0.777	0.968	0.915 ~1.000	0.909	0.851 ~0.967

* AUC: Area under curves

† GCS: Glasgow Coma Scale

‡ GCSMC: GCS motor component

§ SMS: Simplified Motor Score

|| AIS: Abbreviated Injury Scale

¶ CI: Confidence interval

Table 5. The sensitivity, specificity, and accuracy of the GCS*, GCSMC[†], SMS[‡] for the prediction of mortality, and AIS[§] ≥ 4

	Mortality				AIS ≥ 4			
	Cutoff	Sens.	Spec. [¶]	Accu ^{**}	Cutoff	Sens.	Spec.	Accu
GCS*	10	0.909	0.975	97.2	14	0.862	0.980	96.6
GCSMC [†]	6	0.960	0.914	91.7	6	0.849	0.980	96.2
SMS [‡]	2	0.960	0.917	91.9	2	0.849	0.982	96.4

* GCS: Glasgow Coma Scale

† GCSMC: GCS motor component

‡ SMS: Simplified Motor Score

§ AIS: Abbreviated Injury Scale

|| Sens.: Sensitivity

¶ Spec.: Specificity

** Accu.: Accuracy (%)

(11)은 AIS를 이용한 중증도 예측에서 GCS 전체 점수와 GCS의 운동 요소를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. Meredith 등(12)은 외상 중증도 지수(Injury Severity Score)를 이용한 중증도 예측 능력 평가를 통해 GCS의 운동 요소를 Trauma score 및 GCS 전체 점수와 비교 하였는데 GCS의 운동 요소가 통계적으로 유의한 차이 없이 우수하다고 보고하였다. 신 등(13)도 생존율 예측 비교를 통해 GCS의 운동 요소를 RTS 및 GCS 전체 점수와 비교하였는데 GCS의 운동 요소가 GCS 전체 점수를 대체할 수 있다고 보고하였다. Ross 등과 Meredith 등 및 신 등은 각자의 연구에서 GCS 운동 요소를 지시에 따를 수 있는 지 여부에 따라 두 군으로 나누어 분류하였는데 이는 외상 환자의 초기 분류에는 생존과 사망의 예측과 같은 중증도 분류가 필요한 동시에 간편하여 병원전 중증도 지표로서 활용도를 높이기 위해서였다.

본 연구는 6점 형태의 GCSMC를 3점 분류법으로 단순화시킨 SMS가 GCS의 단점은 보완하면서 중증도 평가에 있어서는 GCS만큼 유용하다는 Gill 등(15-17)의 선행 연구를 기반으로 병원전 중증도 평가 지표의 활용도가 낮은 우리나라에서 SMS의 유용성을 평가하고자 하였다. 사망 여부와 두부 AIS 4점 이상을 결과(Outcome measures)로 한 중증도 분류 지표로서 SMS는 AUC가 0.968과 0.909로 나타나 0.969, 0.931의 GCS나 0.973, 0.909의 GCSMC와 비교해서 큰 차이가 없었다. 일반적으로 ROC 곡선의 AUC가 0.9 이상일 때 진단적 정확성이 높다고 말하며 0.8~0.9를 'good'으로 0.7~0.8을 'fair'로 간주하는데(22), 이를 통해서 보면 절대적 가치로도 우수하다고 하겠다. 그러나 두부 CT 상 비정상 소견을 결과로 삼았을 때는 SMS의 AUC가 0.716, GCS의 AUC가 0.776, GCSMC의 AUC가 0.715로 상대적으로 낮은 예측 능력을 보였는데, 이것은 GCS가 15점이면서 비정상 소견을 보인 경우가 52명으로 비정상 CT 소견을 보인 전체 환자 129명의 40%를 차지할 정도로 많았기 때문인 것으로 판단된다. 또한 GCSMC가 6점, SMS가 2점이면서 비정상 CT 소견을 보인 환자는 모두 68명(53%)으로 높은 비율을 차지하였다. 이러한 환자들은 비정상 CT 소견을 보이지만 상대적으로 경한, 즉 AIS 3점 이하인 경우가 대부분으로 수술 등 전문적 처치 없이 보존적 치료만으로 충분할 수 있으므로 중소병원으로 후송되어 치료 받는 것이 환자의 예후에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 또한 GCS나 GCSMC와 비교할 때 큰 차이가 없으므로 GCS를 대체할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 민감도와 특이도를 비교하는 분석에서도 SMS는 GCS나 GCSMC와 비교할 때 큰 차이가 없는 것으로 나타나 병원전 단계에서 환자의 중증도를 분류하는 평가 지표로 GCS 혹은 GCSMC를 대신하여 구급대원들이 SMS를 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 일개 병원만을 대상으로 한 후향적 연구였던 관계로 타병원으로 전원 된 환자를 추적하여 조사하는 데 한계가 있었고, 외상 후 타병원을 거쳐 내원하게 된 환자의 경우 최초 의식 상태를 파악하기가 힘든 제한점이 있었다. 또한 연구 대상을 두부 외상 환자로 국한하여, 전체 외상 환자의 중증도 평가 지표로서의 유용성을 평가하지 못하였다. 앞으로 이를 보완하여 다기관을 대상으로 한 전향적 연구를 통해 모든 외상 환자에게 적용할 수 있는지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 두부 외상 환자의 중증도 평가에 있어서 단순운동점수가 글라스고우 혼수 척도와 유사한 정확도를 나타내고 있음을 보여주었다. 따라서 측정에 있어 다소 복잡하고 특수한 상황에서의 사용에 제한이 있는 글라스고우 혼수 척도를 대체하여 병원전 단계에서 중증도 분류 지표로서 단순운동점수가 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Batchelor JS. Adult prehospital scoring systems: a critical review. *Trauma* 2000;2:253-60.
- 2) Revell MP, Pynsent PB, Abudu A, Fairbank JCT. Trauma scores and trauma outcome measures. *Trauma* 2003;5:61-70.
- 3) Tinkoff GH, O'Connor RE. Validation of new trauma triage rules for trauma attending response to the emergency department. *J Trauma* 2002;52:1153-9.
- 4) Sternbach GL. The Glasgow coma scale. *J Emerg Med* 2000;19:67-71.
- 5) Jennett B. The Glasgow Coma Scale: History and current practice. *Trauma* 2002;4:91-103.
- 6) Balestreri M, Czosnyka M, Chatfield DA, Steiner LA, Schmidt EA, Smielewski P et al. Predictive value of Glasgow Coma Scale after brain trauma: change in trend over the past ten years. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:161-2.
- 7) Gabbe BJ, Cameron PA, Finch CF. The status of the Glasgow Coma Scale. *Emerg Med (Fremantle)* 2003;15:353-60.
- 8) Gill MR, Reiley DG, Green SM. Interrater reliability of Glasgow Coma Scale scores in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2004;43:215-23.
- 9) Healey C, Osler TM, Rogers FB, Healey MA, Glance LG, Kilgo PD et al. Improving the Glasgow Coma Scale score: motor score alone is a better predictor. *J Trauma* 2003;54:671-80.
- 10) Eftekhari B, Zarei MR, Ghodsi M, Moezardalan K, Zargar M, Ketabchi E. Comparing logistic models based

- on modified GCS motor component with other prognostic tools in prediction of mortality: results of study in 7226 trauma patients. *Injury* 2005;36:900-4.
- 11) Ross SE, Leipold C, Terregino C, O'Malley KF. Efficacy of the motor component of the Glasgow Coma Scale in trauma triage. *J Trauma* 1998;45:42-4.
 - 12) Meredith W, Rutledge R, Hansen AR, Oller DW, Thomason M, Cunningham P, Baker CC. Field triage of trauma patients based upon the ability to follow commands: a study in 29,573 injured patients. *J Trauma* 1995;38:129-35.
 - 13) Shin JH, Lee SW, Jung IC, Kim SJ, Lee BA, Moon SW et al. Significance of the motor component of the Glasgow Coma Scale in triage of severely injured patients. *J Korean Soc Traumatol* 2003;16:100-6.
 - 14) Meredith W, Rutledge R, Fakhry SM, Emery S, Kromhout-Schiro S. The conundrum of the Glasgow Coma Scale in intubated patients: a linear regression prediction of the Glasgow verbal score from the Glasgow eye and motor scores. *J Trauma* 1998;44:839-45.
 - 15) Gill M, Windemuth R, Steele R, Green SM. A comparison of the Glasgow Coma Scale score to simplified alternative scores for the prediction of traumatic brain injury outcomes. *Ann Emerg Med* 2005;45:37-42.
 - 16) Haukoos JS, Gill MR, Rabon RE, Gravitz CS, Green SM. Validation of the Simplified Motor Score for the prediction of brain injury outcomes after trauma. *Ann Emerg Med* 2007;50:18-24.
 - 17) Gill M, Martens K, Lynch EL, Salih A, Green SM. Interrater reliability of 3 simplified neurologic scales applied to adults presenting to the emergency department with altered levels of consciousness. *Ann Emerg Med* 2007;49:403-7.
 - 18) Manley G, Knudson MM, Morabito D, Damron S, Erickson V, Pitts L. Hypotension, hypoxia, and head injury: frequency, duration, and consequences. *Arch Surg* 2001;136:1118-23.
 - 19) Chi JH, Knudson MM, Vassar MJ, McCarthy MC, Shapiro MB, Mallet S et al. Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. *J Trauma* 2006;61:1134-41.
 - 20) Gennarelli TA, Wodzin E. *Abbreviated Injury Scale 2005*. Barrington: Association for the Advancement of Automotive Medicine, 2005.
 - 21) Dick WF, Baskett PJ. Recommendations for uniform reporting of data following major trauma--the Utstein style. A report of a working party of the International Trauma Anaesthesia and Critical Care Society (ITACCS). *Resuscitation* 1999;42:81-100.
 - 22) Altman DG, Machin D, Bryant TN, Gardner M. *Statistics with confidence*. 1st ed. London: BMJ books, 2000.
 - 23) Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL. *Global Burden of Disease and Risk factors*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2006.
 - 24) *The Injury Chart Book*. Geneva: World Health Organization; 2002. Available at: <http://whqlibdoc.who.int/publications/924156220X.pdf>. Accessed December 3, 2007.
 - 25) Draaisma JM, de Haan AF, Goris RJ. Preventable trauma deaths in The Netherlands--a prospective multicenter study. *J Trauma* 1989;29:1552-7.
 - 26) Kim YK, Ryoo JH, Moon WS, Chun BJ, Heo T, Min YI. An Analysis on the Patient Transported via 119 System. *J Korean Soc Emerg Med* 2000;11:190-5.
 - 27) Choi DK. A Study on the Perception of 119 EMT's Emergency Medical Service Transportation System (With Seoul, Busan and 5 Metropolitans as the Central Figure). *J Korean Soc Emerg Med* 2004;15:57-63.