

응급 수술을 시행한 복부 외상 환자의 예후 인자는 무엇인가?

김균무

고신대학교 복음병원 응급의학교실

What is the Prognostic Factors for Emergency Laparotomy Patients due to Abdominal Trauma?

Gyun-Moo Kim

Department of Emergency Medicine, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Objectives : Preventable trauma death rate in Korea is still high. Specially, morbidity and mortality of abdominal trauma is ranked one. The author studied the epidemiologic characteristics and prognostic factors of emergency laparotomy patients due to abdominal trauma.

Methods: This was a retrospective observation study with data from Daegu Catholic Hospital, Emergency Department(ED). From Jan 2006 to Dec 2008, 116 patients enrolled in this study. Inclusion criteria for patients were abdominal trauma patients with emergency laparotomy. Age, sex, ED access, transportation, previous history, time, injured organ, combined injury, initial mental status, revised trauma score, laboratory finding, mortality were reviewed.

Results: Trauma was most common at 40s and at night. Men has three time more common than women. Trauma etiology was traffic accident (64 cases, 55.2%), stab injuries (31 cases, 26.7%), violence (11 cases, 9.5%). Most commonly injured organs were the small intestine, the mesentery was a following. Combined injuries were extremities fractures, head and neck injuries, chest trauma, pelvis trauma, respectively. The average time of prehospital interval was 186.49 ± 233.29 minutes and Emergency department stay time was 270.50 ± 180.08 minutes. The average hospitalization was 22.84 ± 38.02 days. In a univariate logistic regression study, age (odds ratio [OR]: 1.364), systolic blood pressure below 90mmHg (OR 4.460), Hemoglobin (OR 2.380), Revised trauma score (OR 0.902), initial mental status (OR 3.394) were significant prognostic factor.

Conclusion: The result of this study indicated that age, systolic blood pressure below 90mmHg, hemoglobin, revised trauma score, initial mental status were prognostic factor of emergency laparotomy patients due to abdominal trauma. When treating patients with abdominal trauma, we could be considered these prognostic factors. In addition, to establish therapeutic plan will be helpful.

Key words : Abdominal trauma, Prognostic factor, Mortality

서론

외상은 여전히 응급실로 내원하는 환자의 상당수를 차지하며, 젊은 연령에 많아 국가적, 사회적으로 큰 손

실과 문제를 야기한다.¹⁻³⁾ 이전에 외상에 대한 사망률 평가에서 예방 가능한 사망률은 39.6%로 조사된 바 있는데, 병원 전 단계 요인에 의한 것이 14%, 병원 단계에 대한 것이 25.7%로 조사되어, 아직 우리는 외상에 대한 대비가 부족한 것을 알 수 있다.⁴⁾ 그 중 병원 단계에서의 처치가 부족해서 사망하게 되는 환자의 수가 외상으로 인한 사망환자의 4분의 1이 넘는다는 현실은 외상에 대한 더욱 많은 노력과 연구가 필요하다는 것을 알 수 있다. 또한, 현재의 이송체계는 모든 환자들이 유사한

Received April 6, 2011
Revised April 18, 2011
Accepted May 20, 2011

교신저자 : 김 균 무
주소 : 602-702 부산광역시 서구 감천로 262
고신대학교 의과대학 응급의학교실
TEL: 051) 990-6881 FAX : 051)990-3200
E-mail: oasisking@paran.com

경로로 이송이 되므로, 중증의 외상 환자가 처음부터 적절한 병원으로 이송되는 것이 아니라, 자주 병원 간 재이송이 이루어져 중증의 외상 환자의 치료가 늦어지는 경우가 많다.⁴⁾ 이 중 복부는 해부학적으로 골격으로부터 많은 부위를 보호받지 못하고, 여러 장기가 모여 있어 많은 손상이 발생한다. 또한 이학적 검사만으로는 처음부터 그 중증도를 판단하기가 쉽지 않다. 진단 장비의 발달로 외상의 위치나 중증도 판정이 쉬워지긴 하였으나, 아직도 시험적 개복술이 중요한 치료원칙으로 존재한다.⁵⁾ 영상 진단 장비와 중재적 시술의 발달로 비수술적인 치료가 점점 증가하는 추세이지만,⁶⁾ 외상의 치료에서 수술은 여전히 중심적인 역할을 하며, 우리나라에서도 외상외과 세부 전문의 제도가 시행되게 되었다. 이에 저자는 지역응급의료센터에 내원한 환자들 중 복부외상으로 응급 개복술을 시행한 환자들을 대상으로 그 역학적 특성과 환자의 예후에 영향을 끼치는 인자들을 살펴보고 치료와 예후 판정에 도움을 줄 수 있는 요인들을 분석하고자 본 연구를 시행하였다.

대상과 방법

2006년 1월 1일부터 2008년 12월 31일까지 대구광역시 소재한 일개 대학병원 지역응급의료센터로 내원한 외상 환자들 중 수술실에서 응급 개복술을 시행한 환자를 대상으로 후향적으로 의무기록 검토를 시행하였다. 의무기록에서 나이, 성별, 내원시간, 내원경로, 내원 수단, 내원 초기의 활력 징후, 의식상태, 개정외상지수 (Revised trauma score, RTS) 외상의 발생시간, 응급실 이타시간, 응급수술 시작 시간, 동반 병력, 손상의 기전, 원인, 장기, 동반된 손상, 산도, 백혈구, 혈색소, 혈소판, Aspartate aminotransferase (AST), Alanine aminotransferase (ALT), 혈중요소질소, 크레아티닌 등의 내원 초기 기본 혈액검사 소견 및 총 재원일수, 중환자실 재원일수, 사망률을 응급의료센터 의무기록지, 입원기록지, 수술기록지, 전자처방 전달시스템 (Order Communication System, OCS)을 통해 후향적으로 분석하였다. RTS는 수축기 혈압, 호흡수, 글래스고우 혼수 지수 (Glasgow Coma Scale, GCS)로 구하는 지표로 외상 환

자의 예후 판정에 쓰인다. 만약, 내원 초기 의식 상태가 GCS 값으로 기록되어 있지 않고 AVPU (Alert, responds to verbal order, responds to painful stimuli, unresponsive) 법으로만 기록되어 있는 경우에는 A를 15점, V는 13점, P는 8점, U는 3점으로 환산하여 GCS 값을 구하였다.⁷⁾ 통계 분석은 PASW 18.0 프로그램을 이용하여, 독립 t-test와 chi-square 검정 및 로지스틱 회귀분석 (logistic regression analysis)을 사용하였고, p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 대상 환자의 일반적 특성

대상 환자 116명의 평균 연령은 44.91 ± 14.63 세로 연령대로는 40대가 42례 (36.2%)로 가장 많았고, 50대가 22례 (19.0%), 60대가 15례 (12.9), 30대가 13례 (11.2%), 20대가 12례 (10.3%) 순 이었다. 성별은 남자가 87례 (75.0%), 여자가 29례 (25.0%)로 남녀 비는 3:1로 남자가 많았다. 응급의료센터 내원 경로는 직접 내원이 54례 (46.6%), 전원은 60례 (51.7%)였고 내원 수단은 119구급차 47례 (40.5%), 병원 구급차 47례 (40.5%), 기타 자동차 17례 (14.7%) 순 이었다. 과거력은 심혈관계 질환 12례 (10.3%), 내분비계 질환 6례 (5.2%), 호흡기계 질환과 소화기계 질환이 각 5례 (4.3%), 근골격계 질환 2례 (1.7%)였다. (Table 1) 8례에서 환자가 사망하였다.

2. 복부외상으로 응급 개복술을 시행한 환자의 손상 특성

외상의 발생시간대를 0시부터 5시 59분까지를 새벽, 6시부터 11:59까지를 오전, 12시부터 17:59까지를 오후, 18시부터 23:59까지를 야간으로 정의하여 분류할 결과 외상의 발생시간대는 야간이 37례 (31.9%), 오후가 26례 (22.4%), 새벽이 25례 (21.6%), 오전이 20례 (17.2%) 순 이었다. 외상의 손상 기전은 둔상이 85례 (73.3%)로 관통상 31례 (26.7%)에 비해 많았다. 손상의 원인은 차량 내의 사고가 47례 (40.5%)로 가장 많았고, 자상이 31례 (26.7%), 오토바이 사고가 12례 (10.3%), 구타 사고가 11례 (9.5%), 기계에 의한 손상이 6례 (5.2%)순 이었다.

Table 1. General characteristics of emergency laparotomy patients due to abdominal trauma

	No. (%)
Age	
0-9	2 (1.7)
10-19	5 (4.3)
20-29	12 (10.3)
30-39	13 (11.2)
40-49	42 (36.2)
50-59	22 (19.0)
60-69	15 (12.9)
70-	5 (4.3)
Gender	
Male	87 (75.0)
Female	29 (25.0)
Emergency department access	
Direct	54 (46.6)
Transfer	60 (51.7)
Unknown	2 (1.7)
Transportation	
119	47 (40.5)
Hospital ambulance	47 (40.5)
Other ambulance	2 (1.7)
Other car	17 (14.7)
Unknown	3 (2.6)
Previous History	
Cardiovascular	12 (10.3)
Respiratory	5 (4.3)
Gastrointestinal	5 (4.3)
Endocrine	6 (5.2)
Musculoskeletal	2 (1.7)

환자의 내원 초기 의식 상태를 AVPU (alert, responds to verbal order, responds to painful stimuli, unresponsive) 방법으로 비교한 결과, A가 96례 (82.8%), V가 9례 (7.8%), P가 7례 (6.0%), U가 2례 (1.7%)였다. (Table 2)

3. 손상 장기와 동반 손상

장기 손상으로는 소장 44례 (37.9%)로 가장 많았고, 장간막이 35례 (30.2%), 기타 부위가 26례 (22.4%), 비장과 대장-직장이 각 17례 (14.7%), 간장이 12례 (10.3%), 췌장과 위장이 각 10례 (8.6%), 신장 4례 (3.4%), 대혈관 3례 (2.6%) 순 이었다. 복부 손상에서 한 장기만을 다친 환자는 67례 (57.8%)였고, 두 장기의 손상을 받은 환자는 38례 (32.8%), 세 장기 이상을 손상 받은 환자는 11례 (9.5%)였다.

동반 손상으로는 사지 골절이 49례 (42.2%)로 많았으며, 복부 손상만 받은 환자는 42례 (36.2%)였다. 다음으로 두경부 손상이 39례 (33.6%), 흉부 손상이 29례

Table 2. Injury characteristics of emergency laparotomy patients due to abdominal trauma

	No. (%)
Time of trauma	
Dawn (0:00-5:59)	25 (21.6)
Morning (6:00-11:59)	20 (17.2)
Afternoon (12:00-17:59)	26 (22.4)
Night (18:00-23:59)	37 (31.9)
Injury mechanism	
Blunt	85 (73.3)
Penetration	31 (26.7)
Cause of trauma	
In car traffic accident	47 (40.5)
Pedestrian traffic accident	4 (3.4)
Bicycle traffic accident	1 (0.8)
Motorcycle traffic accident	12 (10.3)
Fall	2 (1.7)
Slip down	2 (1.7)
Violence: blunt	11 (9.5)
Cut/pierce stab	31 (26.7)
Machinery	6 (5.2)
Injured organ	
Spleen	17 (14.7)
Liver	12 (10.3)
Pancreas	10 (8.6)
Stomach	10 (8.6)
Small intestine	44 (37.9)
Large intestine	17 (14.7)
Mesentery	35 (30.2)
Great vessel	3 (2.6)
Kidney	4 (3.4)
Others	26 (22.4)
Number of injured organ	
1 organ	67 (57.8)
2 organ	38 (32.8)
≥3 organ	11 (9.5)
Combined injury	
Head & neck	39 (33.6)
Chest	29 (25.0)
Pelvis	7 (6.0)
Extremities fracture	49 (42.2)
Abdomen only	42 (36.2)
Number of extra-abdominal part injury	
1	35 (30.2)
2	29 (25.0)
≥3	10 (8.6)
Initial mental status	
Alert	96 (82.8)
Responds to verbal order	9 (7.8)
Responds to painful stimuli	7 (6.0)
Unresponsive	2 (1.7)

(25.0%), 골반 손상이 7례 (6.0%) 순 이었다. 동반된 장기 손상은 복부 외에 한 부위만을 손상 받은 환자가 35례 (30.2%)로 가장 많았다. (Table 2)

4. 외상과 시간과의 관계

116례의 환자들에서 외상 발생 후 병원에 도착하기까지 걸린 시간은 평균 186.49 ± 233.29 분이였다. 응급실에서의 체류 시간은 평균 270.50 ± 180.08 분이였고, 병원 도착 후 수술까지 걸린 시간은 289.54 ± 181.61 분이였다. 평균 재원기간은 22.84 ± 38.02 일 이었고 중환자실 재원기간은 평균 5.96 ± 32.69 일 이었다. (Table 3)

Table 3. Time interval of injured patient

	Mean $\pm$ SD
Prehospital interval (minute)	186.49 $\pm$ 233.29
Emergency department stay (minute)	270.50 $\pm$ 180.08
Door to operation time (minute)	289.54 $\pm$ 181.61
Hospital days	22.84 $\pm$ 38.02
Intensive care unit days	5.96 $\pm$ 32.69

SD: Standard deviation

Door to operation time: Time interval between emergency department visiting time and operation starting time

5. 외상 관련 인자와 사망의 상관관계

외상과 관련된 인자들을 로지스틱 회귀분석을 통해 살펴 본 결과, 나이 (Odds ratio [OR] 1.364)와 수축기 혈압이 90mmHg 이하인 경우 (OR 4.460), 혈색소 수치 (OR 2.380), RTS (OR 0.902) 내원 초기 의식상태 (OR 3.394)가 통계학적으로 유의한 관련성을 보였다. (Table 4) 혈색소 수치는 구간을 나누어 정상 군 (혈색소 ≥ 12 g/dl)과 경도 빈혈 군 ($8 \text{ g/dl} \leq \text{혈색소} < 12 \text{ g/dl}$), 중증 빈혈 군 (혈색소 $< 8 \text{ g/dl}$)으로 나누어 분석을 시행하였다. 그 외의 다른 인자들 내원시간, 맥박수, 호흡수, 체중, 내원까지 걸린 시간, 체류시간, 내원부터 수술까지 걸린 시간. 그 외의 혈액학적 검사 등은 통계학적으로 관련이 없었다.

Table 4. The relation between mortality and physiologic factor

	Mortality	
	Odds ratio	p-value
Age	1.364	0.002
SBP ≤ 90 mmHg	4.460	0.031
Hemoglobin	2.380	0.003
Revised trauma score	0.902	0.010
Initial mental status	3.394	0.001

SBP, systolic blood pressure

고 찰

복부외상은 이학적 검사로는 진단하기가 쉽지 않고, 여러 장기를 포함하고 있어 다른 외상에 비해 이환률과 사망률이 높다. 연령에 따른 빈도는 40-50대가 가장 많았는데, 이전의 연구들에서는 좀 더 젊은 연령에 많은 것으로 보고되었다.¹⁻³⁾ 시간이 지남에 따라 연령대가 올라가는 것으로 보아 사회 인구구조의 고령화에 의한 영향이 있을 수 있다. 성별은 이전의 연구와 같이 남성이 많았다.¹⁻³⁾ 내원 방법은 직접내원보다 전원이 많았다. 이는 상급종합병원이며 보건복지부 지정 중증외상 특성화센터인 병원의 영향으로 주변 지역에서 전원 오는 경우가 많은 것으로 볼 수 있다. 외상의 중증도에 따라 달리 이송하는 체계가 만들어져야 외상환자들이 병원을 전전하는 현재의 이송 현실이 개선될 수 있을 것이다. 이전의 연구에서는 중한 외상환자를 가까운 병원으로 이송하는 대신, 높은 레벨의 외상 센터로 직접 후송하는 것이 사망률을 낮추는데 도움이 된다고 보고하고 있다.⁸⁻⁹⁾ 우리나라에서도 이송 체계에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다. 이송 수단에서 119와 병원 구급차로 이송하는 환자 수가 같은 것을 보고 전원이 많은 것을 잘 알 수 있다. 과거력이 있는 환자들이 비교적 적은데, 이는 환자군의 연령이 높지 않아서 그렇다고 생각된다.

외상의 발생시간은 야간이 가장 많아 야간의 응급의료센터의 역할이 크게 요구됨을 알 수 있다. 이는 오후 시간에 외상이 가장 많이 일어났던 이전의 연구¹⁰⁻¹¹⁾와는 차이를 보이나 과거보다 야간의 활동이 점점 늘어나는 것으로 이해할 수 있다. 외상의 기전은 총기나 도검의 소유가 경찰 등에서 관리되고 있는 현실을 반영하듯이 둔상이 많았다. 하지만 이전의 연구와는 다르게 관통상의 비율이 높음을 알 수 있다.³⁾ 복부 외상으로 인해 손상된 장기는 이전의 연구와 같이 소장이었다.³⁾ 소장은 그 특성상 초기에 손상의 증거가 잘 나타나지 않는 경우가 많아 복부 외상 환자를 진료하는 경우에는 복부에 대한 연속적인 이학적 검사와 필요한 경우 영상의학 검사가 필요하다.⁵⁾ 복부 외상과 동반된 손상으로 는 외국의 연구와 같이 사지 골절이 가장 많았다.¹²⁾ 둔상의 경우 동반되는 외상이 많으므로 진료하면서 항상

동반되는 외상에 대해 자세한 이학적 검사가 필요하다. 손상의 원인은 이전의 연구들과 같이 교통사고가 가장 많았으나, 다음으로 관통상과 구타 순으로 많아 이전의 연구와 차이를 보였다.^{1,13-14)}

복부 외상 환자들에서 병원 전에 소요된 시간이 평균 3시간 이상이였다. 이는 전원이 많은 영향으로 생각할 수 있다. 응급실에서의 체류시간도 평균 270분 이상이였다. 과거에는 외상환자에서 황금시간 1시간이라는 개념이 있었다.¹⁵⁻¹⁶⁾ 하지만, 현재는 가능하다면 수술 전 환자 상태를 안정화 시키는 것이 더 중요하다고 받아들여지고 있다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 그러나, 이러한 연구들이 외상환자에서 시간이 지연되는 것이 환자에게 더 유익함을 보여주지는 못하므로, 환자 상태를 안정화 시킬 수 있는 경우에는 환자 상태를 조기에 안정화 시킨 후 수술 등의 결정적 치료가 필요하다. 만약 소생술에도 환자 상태가 계속 불안정하다면 빠른 결정적 처치만이 환자 상태를 호전시킬 수 있을 것이다. 본 연구에서도 병원 전에 소요된 시간이나 응급실에서의 체류 시간이 환자의 사망률과 관계가 없었다.

본 연구는 개복술이 필요한 외상 환자에서의 사망률에 영향을 주는 인자를 찾기 위해 시행되었다. 본 연구에서 개복술이 필요한 외상 환자에서 사망률에 영향을 주는 인자는 나이와 내원 초기 수축기 혈압이 90mmHg보다 낮은 경우, 혈색소 수치가 낮은 경우, 내원 초기 의식상태, RTS score 였다. 이는 손상 부위나 동반 손상의 유무 보다는 내원 환자의 생리학적인 지표가 환자의 예후와 관련이 있다는 이전의 연구를 뒷받침한다.³⁾ 이는 응급의료센터에 내원한 환자들의 내원 초기 생리학적인 지표에 좀 더 민감하게 반응하여 환자의 치료에 좀 더 적극적으로 반응하여야 함을 알 수 있다.

이전의 연구에서는 외상 환자 전체를 대상으로 하거나, 복부 외상 환자를 대상으로 한 경우는 있었으나,^{3,11)} 개복술이 필요한 복부외상환자를 대상으로 한 연구는 드물다는 점에서 차이가 있다. 하지만, 다음의 제한점이 있다. 첫째, 일개 지역응급의료센터를 대상으로 시행된 연구이므로, 다기관 연구나 전국적인 연구와 차이가 있을 수 있다. 둘째, 응급의료센터에서 개복술을 시행한 환자를 대상으로 했으므로 현장에서 사망한 복부 외상 환자 군이나 수술 전 사망한 경우는 본 연구에서 제외

응급 수술을 시행한 복부 외상 환자의 예후 인자는 무엇인가?

되었다. 셋째, 생존군에 비해 사망군이 적어 사망률에 영향을 미치는 인자에 비뚤림이 있을 수 있다. 넷째, 후향적으로 의무기록을 바탕으로 시행한 연구로 전향적인 연구 결과와 차이가 있을 수 있다.

결 론

복부 외상으로 응급 개복술을 시행한 환자의 예후에 영향을 끼치는 인자는 나이, 혈압, 혈색소, RTS score, 내원 초기 의식 상태였다. 응급의료센터에서 복부 외상 환자를 진료할 때 위의 생리적 인자를 보고, 환자의 예후를 미리 고려하여 좀 더 적극적인 치료를 시행할 수 있을 것이다.

References

- 1) Jin Hyun Baik, Young Rai Rhee. A Clinical Study of Abdominal Trauma. J Korean Surg Soc 29:187-197, 1985
- 2) Hag Jae Chung, Sung Hwa Hong, Hoong Zae Joo. A Clinical Study of Abdominal Trauma. J Korean Surg Soc 29:593-602, 1985
- 3) Hee Joon Kim, Hyung Soo Kim, Kyung Won Seo, Jae Kyun Ju, Seong Yeop Ryu, Jeong Cheol Kim, Hyung Rok Kim, Young Kyu Park, Dong Yi Kim, Young Jin Kim, Shin Kon Kim. Analysis of the Prognostic Factors for Abdominal Trauma. J Korean Soc Trauma 20:12-18, 2007
- 4) Yoon Kim, Koo Young Jung, Kwang Hyun Cho, Hyun Kim, Hee Cheol Ahn, Se Hyun Oh, Jae Baek Lee, Su Jin Yu, Dong Ik Lee, Tai Ho IM, Sung Eun Kim, Jae Hyun Park. Preventable Trauma Deaths Rates and Management Errors in Emergency Medical System in Korea. J Korean Soc Emerg Med 17:385-394, 2006
- 5) American college of surgeons committee on trauma : Advanced Trauma Life Support for Doctors student course manual, 8th edition, American college of surgeons, 2008, pp120-121
- 6) Spain Da, Miller FB. Education and Training of the Future Trauma Surgeon in Acute Care Surgery: Trauma, Critical Care, and Emergency Surgery. Am J Surg 190:212-217, 2005
- 7) Kelly C, Upex A, Bateman DN. Comparison of Consciousness Level Assessment in the Poisoned Patient Using the Alert/Verbal/Painful/Unresponsive Scale and the Glasgow Coma Scale. Ann Emerg Med 44:108-113, 2004

- 8) Mullins RJ, Veum-Stone J, Hedges JR, Zimmer-Gembeck MJ, Mann NC, Southard PA, Helfand M, Gaines JA, Trunkey DD. Influence of a Statewide Trauma System on Location of Hospitalization and Outcome of Injured Patients. *J Trauma* 40:536-545, 1996
- 9) Demetriades D, Martin M, Salim A, Rhee P, Brown C, Chan L. The Effect of Trauma Center Designation and Trauma Volume on Outcome in Specific Severe Injuries. *Ann Surg* 242:512-517, 2005
- 10) Hyuk Jun Yang, Cheol Wan Park, Keun Lee. Clinical Analysis of Posttraumatic Deaths at Emergency Department. *J Korean Soc Emerg Med* 4:83-90, 1993
- 11) Kyung Won Lee. Clinical Analysis of Trauma Surgery in a Local Emergency Center; Does Emergency Physicians' Treatment Delay the Surgeons' Special Care like Emergency Operations for Trauma Victims? *J Korean Soc Trauma* 20:19-25, 2007
- 12) Dauterive AH, Louis F, Cox EF. Blunt Intestinal Trauma. *Ann Surg* 201:198-203, 1985
- 13) Davis JJ, Isidore CJR, Nance FC. Diagnosis and Management of Blunt Abdominal Trauma. *Ann Surg* 183:672-678, 1976
- 14) Heon Chi Lee, Hak Chun Oh, Tae Hyung Cho, Chun Kyu Park. A Clinical Study of Abdominal Trauma. *J Korean Surg Soc* 32:208-220, 1987
- 15) Gil W, Champion HR, Long WB, Stega M, Nolan J, Decker R, Misinsky M, Cowley RA. A Clinical Experience of Major Multiple Trauma in Maryland. *Md State Med J* 25:55-58, 1976
- 16) Lerner EB, Moscati RM. The Golden Hour: Scientific Fact or Medical "Urban Legend"? *Acad Emerg Med* 8:758-760, 2001
- 17) Pons P, Markovchick V. Eight Minutes or Less: Does the Ambulance Response Time Guideline Impact Trauma Patient Outcome? *J Emerg Med* 23:43-48, 2002
- 18) Lerner EB, Billittier A, Dorn J, Wu Y. Is Total Out-of-Hospital Time a Significant Predictor of Trauma Patient Mortality? *Acad Emerg Med* 10:949-954, 2003
- 19) Newgard CD, Schmicker RH, Hedges JR, Trickett JP, Davis DP, Bulger EM, Aufderheide TP, Minei JP, Hata JS, Gubler KD, Brown TB, Yelle JD, Bardarson B, Nichol G, Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Emergency Medical Services Intervals and Survival in Trauma: Assessment of the "Golden Hour" in a North American Prospective Cohort. *Ann Emerg Med* 55:235-246, 2010