

## 복부 둔상 환자에게 간 손상 예측을 위한 Liver Transaminase의 유용성

인제대학교 의과대학 상계백병원 응급의학과

이종석 · 오성찬 · 김혜진 · 조석진 · 이상래 · 류석용

— Abstract —

### The Utility of Liver Transaminase as a Predictor of Liver Injury in Blunt Abdominal Trauma

Jong Seok Lee, M.D., Sung Chan Oh, M.D., Hye Jin Kim, M.D.,  
Suk Jin Cho, M.D., Sang Lae Lee, M.D., Seok Yong Ryu, M.D.

*Department of Emergency Medicine, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea*

**Purpose:** The liver is the second most common organ injured by blunt abdominal trauma. The purpose of this study was to determine the utility of liver transaminase in screening blunt abdominal trauma patients for traumatic liver injury.

**Methods:** We retrospectively reviewed the medical records of 231 patients who sustained blunt trauma and were at risk for traumatic liver injury between June 2009 and August 2010. All of them underwent a focused assessment with sonography for trauma (FAST) and abdominal computed tomography (CT). Based on the diagnosis of abdominal CT, patients were divided into two groups: group I with liver injury and group II without liver injury. We compared the two groups and calculated the sensitivity, the specificity and the predictive values of serum aspartate aminotransferase (AST) and serum alanine aminotransferase (ALT) by using multiple cutoff values.

**Results:** Of 231 patients with no abdominal free fluid in the FAST, 33 had traumatic liver injury on abdominal CT. The mean AST and ALT levels in group I (311.6 IU/L and 228.1 IU/L, respectively) were significantly higher than the values in group II (48.4 IU/L and 35.6 IU/L, respectively). The cutoff to distinguish liver injury is 60 IU/L for AST and 58 IU/L for ALT, with 93.8% sensitivity and 79.8% specificity for AST, and 90.6% sensitivity and 87.4% specificity for ALT.

**Conclusion:** We recommend that all patient with suspected blunt abdominal trauma be evaluated using serum liver transaminase as a screening test for liver injury even though no abdominal free fluid is shown on the FAST. If  $AST > 60$  IU/L and/or  $ALT > 58$  IU/L, abdominal CT was useful to confirm liver injury in this study (J Korean Soc Traumatol 2010;23:151-156).

**Key Words:** Trauma, Liver, Transaminase

---

\* Address for Correspondence : **Sung Chan Oh, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University,  
761-7 Sanggye-7dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea

Tel : 82-2-950-1110, Fax : 82-2-938-4940, E-mail : scoh@paik.ac.kr

접수일: 2010년 10월 18일, 심사일: 2010년 11월 8일, 수정일: 2010년 12월 1일, 승인일: 2010년 12월 13일

본 논문은 2010년도 인제대학교 학술 연구 조성비 보조에 의한 것임.

## I. 서 론

최근 교통사고, 산업재해 및 폭력사고 등의 빈도가 늘어나면서 이에 의한 복부 손상이 증가하였고 복부 손상 환자 중에는 둔상 환자가 가장 높은 빈도를 차지하고 있다.(1) 복부 둔상 환자의 간 손상 빈도는 15~45% 정도로 빈번하며, 그 이유는 간이 복강 내에서 가장 큰 장기이고 결체조직이 풍부하지 못하여 외상에 의하여 쉽게 손상받기 때문이다.(2) Focused assessment with sonography for trauma (FAST)는 둔상 후 복강 내 혈액을 발견하는데 민감하며 특이도가 높아서 선별 검사로 흔히 쓰이지만 간과 같은 고형장기의 실질 손상을 발견하기는 어려운 단점이 있다.(3-5) 혈액학적으로 안정된 환자에서 복부 전산화 단층촬영은 둔상 후 간 손상을 비롯한 복강 내 장기 손상을 발견하는데 가장 뛰어나며 기준이 되는 검사로 그 이용 빈도가 증가하고 있다.(6-8) 또한 간 손상의 경우 전산화 단층촬영 소견에 따라 등급을 분류하여 치료계획을 세우는데도 유용하게 사용되어진다.(9) 이렇듯 간 손상이 의심되면 전산화 단층촬영을 시행하면 되겠으나, 어느 경우에 간 손상을 의심할 수 있는지 그 적용 기준이 애매하다. 신체검사에서 복부 압통이 존재하는 경우를 기준으로 할 수도 있겠으나, 그 경우에도 위양성 및 위음성이 높게 보고되었다.(10,11) Liver transaminase 는 외상에 의한 간 손상이 있을 때 상승할 수 있으나, 그 상승 정도가 간 손상의 정도와 일치하지는 않는 것으로 알려져 있다.(12) 전산화 단층촬영의 적용 기준을 낮게 잡으면 간 손상을 발견하지 못하는 경우가 줄어들 수는 있겠지만 불필요한 검사가 늘게 되어 그에 따른 조영제 부작용 및 의료비 상승 등의 문제점이 생길 수 있으며, 또 그 기준을 엄격하게 잡으면 간 손상을 발견하지 못하는 경우가 늘어 환자의 예후 및 의료 분쟁 등과 관련된 문제점이 발생할 수 있을 것이다.

이에 저자들은 복부 둔상 후 간 손상을 진단하기 위한 선별검사로 liver transaminase의 유용성을 살펴보고자 본 연구를 진행하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2009년 6월 1일부터 2010년 8월 31일 까지 인제대학교 상계백병원 응급센터에 내원한 복부 외상 환자를 대상으로 하였다. 본원은 지역응급의료센터로서 연간 60,000명 정도의 환자가 내원한다. 대상 환자 중에 15세 이하의 소아, 복부 자상 환자, 내원 당시 수축기 혈압이 90 mmHg 미만이거나 이완기 혈압이 60 mmHg 미만인 환자, Glasgow Coma Scale 13점 이하의 환자, 급성 알코올 중독 상태의

환자, 간염, 간경화 등의 간 질환의 병력이 있는 환자, 다른 병원에서 전원 된 경우는 제외하였다. 모든 환자는 응급실에서 FAST를 시행 받았으며, 복강 내 자유 삼출액 (free fluid)이 없는 경우 FAST 음성으로 정의하였으며 이들만을 대상으로 하였고, 이들 환자는 serum aspartate aminotransferase (AST)와, serum alanine aminotransferase (ALT)가 측정되었으며 복부 전산화 단층촬영을 시행 받았다.

### 2. 연구 방법

의무기록을 통한 후향적 연구로 이루어졌으며, 환자의 나이, 성별, 진찰소견, 손상기전, 동반손상, AST, ALT, 손상 발생 시점에서 채혈 시점까지 걸린 시간, 복부 전산화 단층촬영에서의 간 손상의 유무 및 정도, 입원 및 수술 유무 등을 조사하였다. 진찰소견은 시진에서 우상복부에 찰과상 및 타박상이 존재하거나 촉진할 때 우상복부에 압통이 존재하는 경우를 진찰소견 양성으로 간주하였다. 간 손상의 정도는 American Association for the Surgery of Trauma (AAST)의 Liver Injury Scale에 따랐다.(9)

복부 전산화 단층촬영에서 간 손상이 진단된 경우를 1군, 간 손상이 진단되지 않은 경우를 2군으로 하여 두 군 간 나이, 성별, 손상기전, 동반손상, 진찰소견, AST, ALT, 손상 발생 시점에서 채혈 시점까지 걸린 시간을 비교하였다. 두 군 간의 비교는 연속형 변수의 경우 t-검정을, 범주형 변수는 카이제곱검정 및 Fisher의 정확한 검정을 이용하여 분석하였으며, p값이 0.05이하를 통계적으로 의미 있는 것으로 해석하였다. Receiver Operating Characteristic (ROC) 곡선을 이용하여 AST, ALT의 최적의 cutoff값을 산출하였으며 그 값을 이용하여 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 조사하였다. 통계 프로그램은 MedCalc 9.6 version을 사용하였다.

## III. 결 과

### 1. 성별 및 연령

전체 대상자는 231명 이었으며 남자가 156명(67.5%), 여자가 75명(32.5%)이었고 평균 연령은 44.9(±19.2)세였다. 1군은 33명으로 남자가 22명(66.7%), 여자가 11명(33.3%)이었고 평균 연령은 38.2(±18.6)세였고, 2군은 198명으로 남자가 134명(67.7%), 여자가 64명(32.3%)이었고 평균 연령은 46.1(±19.1)세였다.

## 2. 손상기전

전체 환자 중 운전자 교통사고가 48명(20.8%), 보행자 교통사고가 36명(15.6%), 오토바이 교통사고가 32명(13.9%), 자전거 교통사고가 14명(6.1%), 추락이 38명(16.5%), 폭행이 23명(10.0%), 넘어지면서 다친 경우가 34명(14.7%), 기타 6명(2.6%)이었다. 손상기전에 따른 1군과 2군의 분포는 Table 1과 같으며 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다.

## 3. 동반손상

1군의 경우 33명 중 23명(69.7%)의 환자가 39개의 동반 손상이 있었고 2개 이상의 동반손상이 관찰된 경우는 23명(69.7%)이었고, 2군의 경우 198명 중 107명(54.0%)의 환자에서 총 140개의 동반 손상이 관찰되었고 2개 이상의 동반손상이 관찰된 경우는 30명(15.2%)이었다. 두 군 간의 동반손상에 따른 분포 및 비교는 Table 1과 같으며, 특히 폐 좌상, 늑골골절, 기흉, 혈흉 등의 호흡기계 손상과 대퇴부 골절을 제외한 사지 손상에서 두 군 간에 의미 있는

차이를 보였다(각각  $p=0.006$ ,  $p=0.004$ ).

## 4. 간 손상 환자의 AAST의 Liver Injury Scale에 따른 분류 및 AST, ALT와의 상관관계

전체 231명 중 33명(14.3%)에서 전산화 단층촬영 판독 결과 간 손상이 발견되었으며 그 중 Grade I은 22명(66.7%), grade II는 8명(24.2%), grade III는 2명(6.1%), grade IV는 1명(3.0%)이었다. Spearman correlation analysis를 이용하여 상관관계를 분석하였을 때, AST와 간 손상의 정도는  $\rho=0.508(p<0.0001)$ , ALT와 간 손상의 정도는  $\rho=0.521(p<0.0001)$ 로 중등도의 상관관계를 보였다. 모든 환자는 입원하였고 수술적 치료 없이 단순 경과 관찰 후 퇴원하였다.

## 5. 진찰소견

1군에서 진찰소견 양성인 경우는 21명(63.6%)이었고, 2군에서는 80명(40.4%)이었으며 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.013$ ). 진찰소견의 간 손상 발

**Table 1.** Findings in the total study population (n=231)

	Liver injury (Group I) (n=33)	No liver injury (Group II) (n=198)	p-value
Age (yr)	38.2 ± 18.6	46.1 ± 19.1	0.031
Sex (male:female)	22:11	134:64	0.909
Mechanism of injury			
MVC*	9/33 (27.3%)	39/198 (19.7%)	0.321
Auto v. Ped†	5/33 (15.2%)	31/198 (15.7%)	0.941
Motorcycle	6/33 (18.2%)	26/198 (13.1%)	0.421
bicycle	2/33 ( 6.1%)	12/198 ( 6.1%)	1.000
Fall	6/33 (18.2%)	32/198 (16.2%)	0.800
Assault/abuse	2/33 ( 6.1%)	21/198 (10.6%)	0.544
Slip/Rolling down	2/33 ( 6.1%)	32/198 (16.2%)	0.184
others	1/33 ( 3.0%)	5/198 ( 2.5%)	1.000
Associated injury			
ICH	5/33 (15.2%)	12/198 ( 6.1%)	0.064
Pulmonary	18/33 (54.5%)	70/198 (35.4%)	0.006
Pelvic/Femur fracture	5/33 (15.2%)	24/198 (12.1%)	0.627
Extremity fracture	11/33 (33.3%)	34/198 (17.2%)	0.004
Physical Exam. (+)‡	21/33 (63.6%)	80/198 (40.4%)	0.013
AST (IU/L)	311.6 (±301.6)	48.4 (±40.9)	<0.001
ALT (IU/L)	228.1 (±222.9)	35.6 (±33.5)	<0.001
Lab Time (min)§	110.8 (±147.1)	81.6 (±94.0)	0.278

\* MVC: motor vehicle collision

† Auto v. Ped: automobile-pedestrian collision

‡ Physical Exam.(+): If there were abrasion and/or contusion or was tenderness at the right upper quadrant, the physical examination considered to be positive.

§ Lab Time: the elapsed time from trauma to blood sampling

견에 대한 민감도는 63.6%, 특이도는 59.6%, 양성예측도는 20.8%, 음성예측도는 90.8%이었다(Table 2).

6. Liver transaminase

AST는 1군에서 평균 311.6(±301.6) IU/L, 2군에서 48.4(±40.9) IU/L 이었고, ALT는 1군에서 228.1(±222.9) IU/L, 2군에서 35.6(±33.5) IU/L 이었으며, AST와 ALT 모두 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ).

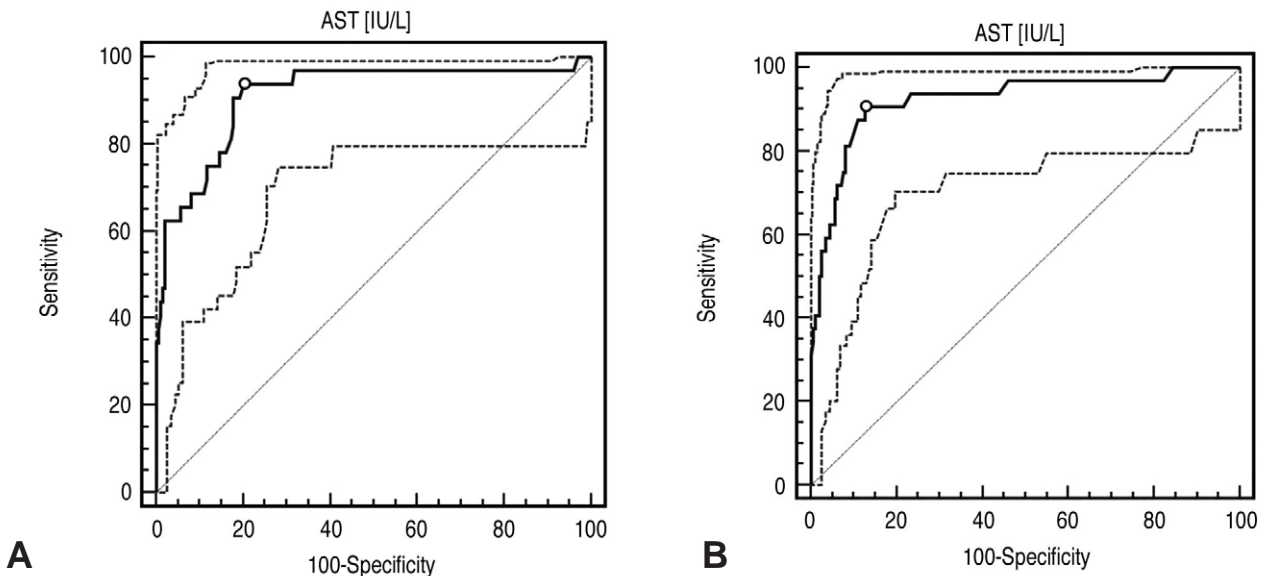
ROC 곡선을 이용하여 가장 높은 민감도와 가장 낮은 특이도를 갖는 최적의 cutoff 값을 구하였는데 AST는 60 IU/L에서 민감도는 93.8%, 특이도 79.8%, 양성예측도 42.9%, 음성예측도 98.8%를 나타냈으며, ALT는 58 IU/L에서 민감도 90.6%, 특이도 87.4%, 양성예측도 53.8%, 음성예측도 98.3%를 나타냈다(Fig. 1). 또한 AST가 60 IU/L 이상이거나 ALT가 58 IU/L 이상인 경우에는 민감도 93.9%, 특이도 75.8%, 양성예측도 39.2%, 음성예측도 98.7%를 보였다(Table 2).

**Table 2.** Accuracy of the physical examination and the liver enzyme of the traumatic liver injury in patients who sustained blunt abdominal trauma

	Liver injury (n=33)	No liver injury (n=198)	Sensitivity, % (95% CI)	Specificity, % (95% CI)	PPV, %(95% CI)	NPV, %(95% CI)
Physical exam.(+)†	21	80	63.6	59.6	20.8	90.8
Physical exam.(-)	12	118	(45.1~79.6)	(52.4~66.5)	(13.4~30.0)	(84.4~95.1)
AST≥60 and/or ALT≥58	31	48	93.9	75.8	39.2	98.7
AST<60 and/or ALT<58	2	150	(79.7~99.1)	(69.2~81.6)	(28.4~50.9)	(95.3~99.8)

\* FAST: focused assessment with sonography for trauma

† Physical Exam.(+): If there were abrasion and/or contusion or was tenderness at the right upper quadrant, the physical examination considered to be positive.



**Fig. 1.** Receiver operating characteristic curve showing the optimal cutoff for AST levels (60 IU/L; A) and ALT levels (58 IU/L; B) in predicting the presence or the absence of traumatic liver injury with 93.8% sensitivity and 79.8% specificity for AST and 90.6% and 87.4% for ALT, respectively.

#### IV. 고 찰

현재 많은 병원에서 다발성 외상 환자의 경우 복부 손상을 진단하기 위해서 진찰소견과 함께 초음파 및 전산화 단층촬영 등을 진단 알고리즘에 포함시키고 있다.(13) 이 중에 어떤 검사를 시행할 것인지는 환자의 혈액학적 상태, 손상 기전, 진찰소견 및 이용 가능한 의료 자원 및 그 기관의 선호에 따라 결정된다.

외상에 의해 의식 수준이 저하된 성인 환자나 나이가 너무 어린 소아 환자는 신체검사를 시행하기도 어렵고, 그 결과도 신뢰할 수 없어 복부 손상을 확인하기 위해서는 복부 전산화 단층촬영이 필요한 경우가 많다.(14) 이를 반대로 생각해 보면 의식이 명료한 성인 환자는 복부 진찰소견을 비교적 신뢰할 수 있다고 생각할 수 있으며, 진찰소견에 따라 전산화 단층촬영의 시행 여부를 판단해 볼 수 있을 것이다. 본 연구는 의식 수준이 신체검사에서 묻고 답하기가 가능한 성인 환자만을 대상으로 하여 시진에서 우상복부에 갈과상 및 타박상이 존재하거나 촉진할 때 우상복부 압통이 존재하는 경우를 진찰소견 양성으로 하여 진찰소견에 따른 간 손상 발견의 정확도를 조사하였다. 그 결과 민감도 및 특이도는 각각 63.6%, 59.6%로써 AST가 60 IU/L 이상이거나 ALT가 58 IU/L 이상일 때를 기준으로 한 민감도 93.9% 및 특이도 75.8%와 비교하여 볼 때 그 정확도가 낮음을 보여주었다.

FAST의 경우 환자의 옆에서 5분 이내에 신속히 시행할 수 있고 방사능이 없으며 특히 복강 내 출혈을 발견하는데 민감하여 외상 환자의 초기평가에 많이 이용된다. 최근 연구에 의하면 조영제를 이용한 초음파가 간이나 비장 같은 고형 장기의 실질손상까지 진단할 수 있다고 보고되지만 FAST 만으로는 간의 실질 손상을 보여주지는 못한다.(15-17) 본 연구에서도 대상 환자 231명 모두 FAST에서는 복강 내 출혈을 발견하지 못하였으나 이 중 33명(14.3%)이 전산화 단층촬영에서 간 손상이 진단되었다.

현재까지 외상에 의한 간 손상을 진단하는데 있어서는 복부 전산화 단층촬영이 기준이 되는 검사이다. 하지만 선별 검사로써의 전산화 단층촬영은 촬영 및 영상 판독에 걸리는 시간의 문제, 조영제 부작용의 문제, 의료비 증가 등의 문제가 발생할 수 있어 많은 제한점을 갖고 있다. 이에 비해서 liver transaminase 검사는 상대적으로 저렴하고, 안전하며 전산화 단층촬영기가 없는 병원에서도 검사가 가능한 장점을 가지고 있어 만약 이 검사를 통해 간 손상이 의심이 되는 환자만을 선별하여 검사한다면 불필요하게 시행되는 전산화 단층촬영 건수를 많이 줄일 수 있을 것이라 생각되어 본 연구를 진행하였다.

Hennes 등(18)은 복부 둔상이 있는 43명의 소아 환자를 대상으로 한 연구에서 AST가 450 IU/L 이상이거나 ALT

가 250 IU/L 이상인 경우 간 손상을 확인하기 위하여 전산화 단층촬영을 시행할 것을 제안하였다. 또한 이와 유사하게 김 등(19)은 복부 둔상이 있는 환자 34명을 대상으로 한 연구에서 AST가 256.3 IU/L 이상이거나 ALT가 122.0 IU/L 이상인 경우 복부 전산화 단층촬영을 시행하여 간 손상 여부를 진단하는 것이 필요하다고 제안하였다. 이에 반해 본 연구 결과는 AST가 60 IU/L 이상이거나 ALT가 58 IU/L 이상인 경우 전산화 단층촬영에서 간 손상을 발견할 민감도는 93.9%, 특이도는 75.8%, 양성예측도는 39.2% 음성예측도는 98.7%로 나타났다. 앞의 두 연구는 연구대상을 liver transaminase가 정상 보다 증가된 환자의 경우만을 대상으로 하였고 본 연구는 liver transaminase가 정상인 환자를 포함하고 있기 때문에 연구 설계에서 오는 차이로 인하여 AST, ALT의 cutoff 값이 낮게 나타났다고 생각된다. 양성예측도가 39.2%로 낮게 나타남으로써 AST나 ALT가 cutoff 값 보다 높더라도 실제로 외상에 의한 간 손상이 있는 환자는 적게 발견되었음을 알 수 있었는데 이는 문진을 통하여 과거 간 질환의 병력이 있는 환자를 연구대상에서 제외하기는 하였으나 자신의 병력을 모르거나 숨기는 환자가 있을 수 있을 수 있었겠고, 또한 간의 이외의 다른 장기 손상에 의한 상승분도 포함되어 나타난 결과로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 후향적 연구로 진행되었기 때문에 신체검사가 여러 명의 경험과 수준이 다른 의사에 의해 이루어져서 진찰소견 양성, 음성 판정에서 생길 수 있는 자료의 편이를 제거하지 못한 점이다. 둘째, 다발성 외상환자에 있어서 liver transaminase의 상승은 간 이외에도 골격근이나 심장근, 신장, 뇌, 횡장 등의 손상에서도 상승할 수 있으나 그러한 상승분이 본 연구결과에 어떤 영향을 미쳤는지는 살펴보기 못하였다. 셋째, 손상 발생 시점에서 채혈시점까지 걸린 시간이 환자마다 동일하지 않고 그 측정 역시 한차례뿐이어서 시간 경과에 따라 생길 수 있는 liver transaminase 수치의 증감 부분을 고려하지 못하였다.

#### V. 결 론

복부 둔상 환자에 있어서 진찰 소견 단독으로는 간 손상 유무를 판단하기에 부정확하며, FAST에서 복강 내 출혈이 관찰되지 않더라도 본 연구에서는 AST가 60 IU/L 이상이거나 ALT가 58 IU/L 이상이면 복부 전산화 단층촬영을 시행하여 간 손상 여부를 진단하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

## REFERENCES

- 1) William E, Hauda II. Pediatric Trauma. In: Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski eds. Emergency Medicine. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2004:1542-9.
- 2) Choi SM, Chae MK, Kim TY, Kim SY, Baek MJ, Lee MS, et al. Non Operative management of blunt hepatic trauma. *J Korean Soc Traumatol* 2002;15:14-21.
- 3) Dolich MO, McKenney MG, Varela JE, Compton RP, McKenney KL, Cohn SM. 2576 ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 2001;50:108-12.
- 4) Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. *J Trauma* 2003;54:52-9.
- 5) Goodwin H, Holmes JF, Wisner DH. Abdominal ultrasound examination in pregnant blunt trauma patients. *J Trauma* 2001;50:689-93.
- 6) Davis JW, Hoyt DB, Mackersie RC, McArdle MS. Complications in evaluating abdominal trauma: diagnostic peritoneal lavage versus computerized axial tomography. *J Trauma* 1990;30:1506-9.
- 7) Shankar KR, Lloyd DA, Kitteringham L, Carty HM. Oral contrast with computed tomography in the evaluation of blunt abdominal trauma in children. *Br J Surg* 1999;86:1073-7.
- 8) Scaglione M, de Lutio di Castelguidone E, Scialpi M, Merola S, Dietrich AI, Lombardo P, et al. Blunt trauma to the gastrointestinal tract and mesentery: is there a role for helical CT in the decision-making process? *Eur J Radiol* 2004;50:67-73.
- 9) Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, Shackford SR, Malangoni MA, Champion HR. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). *J Trauma* 1995;38:323-4.
- 10) Brown CK, Dunn KA, Wilson K. Diagnostic evaluation of patients with blunt abdominal trauma: a decision analysis. *Acad Emerg Med* 2000;7:385-96.
- 11) Gonzalez RP, Dziurzynski K, Maunu M: Emergent extra-abdominal trauma surgery: is abdominal screening necessary? *J Trauma* 2000;49:195-8.
- 12) Holmes JF, Sokolove PE, Brant WE, Palchak MJ, Vance CW, Owings JT, et al. Identification of children with intra abdominal injuries after blunt trauma. *Ann Emerg Med* 2002;39:500-9.
- 13) Bode PJ, Edwards MJ, Kruit MC, van Vugt AB: Sonography in clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *Am J Roentgenol* 1999;172:905-11.
- 14) Meyer DM, Thal ER, Cohn D, Weigelt JA. Computed tomography in the evaluation of children with blunt abdominal trauma. *Ann Surg* 1993;217:272-6.
- 15) Poletti PA, Platon A, Becker CD, Mentha G, Vermeulen B, Buhler LH, et al. Blunt abdominal trauma: Does the use of a second-generation sonographic contrast agent help to detect solid organ injuries? *Am J Roentgenol* 2004;183:1293-301.
- 16) Catalano O, Sandomenico F, Raso MM, Siani A. Real-time, contrast-enhanced sonography: a new tool for detecting active bleeding. *J Trauma* 2005;59:933-9.
- 17) Valentino M, Serra C, Zironi G, De Luca C, Pavlica P, Barozzi L. Blunt abdominal trauma: emergency contrast-enhanced sonography for detection of solid organ injuries. *Am J Roentgenol* 2006;186:1361-7.
- 18) Hennes HM, Smith DS, Schneider K, Hegenbarth MA, Duma MA, Jona JZ. Elevated liver transaminase level in children with blunt abdominal trauma: a predictor of liver injury. *Pediatrics* 1990;86:87-90.
- 19) Kim JH, Kim YS, Kim SC, Kim HJ, Kim SM, Lee BS. Diagnostic value of elevated liver transaminase in hemodynamically stable patients with blunt abdominal trauma. *J Korean Soc Emerg Med* 2003;14:291-6.