

## 论 著

## 磁共振张量成像对闭合性隐匿肝损伤诊断价值分析\*

孙文超<sup>1</sup> 张 乐<sup>1</sup> 郭成伟<sup>1,\*</sup>  
高红丽<sup>1</sup> 张丽艳<sup>1</sup> 沈文超<sup>1</sup>  
陈为军<sup>1</sup> 沈三弟<sup>2</sup>

1.陆军第八十二集团军医院医学影像科  
(河北保定 071000)

2.广州大学附属第六医院/清远市人民医院  
乳腺甲状腺外科(广东 清远 511518)

【摘要】目的 探讨磁共振张量成像(Diffusion tensor imaging,DTI)对闭合性隐匿肝损伤的诊断价值。方法 回顾性分析闭合性隐匿肝损伤患者43例,分析其DTI不同时间段(48h、72h及7d)影像变化特点,平均扩散系数(average diffusion coefficient, DCavg)及各向异性系数(fractional anisotropy, FA)值、肝酶(AST/ALT)变化规律及其之间相关性。采用SPSS22.0软件进行统计分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。结果 闭合性隐匿肝损伤表现肝实质内信号不均( $T_2WI$ /DTI示高信号),DTI诊断闭合性隐匿肝损伤阳性率显著高于 $T_2WI$ / $T_1WI$ ( $\chi^2=24.08$ ,  $P<0.01$ )及AST/ALT( $\chi^2=4.49$ ,  $P<0.05$ );DCavg( $b=100$ 、 $300$  s/ $mm^2$ )于24h、48h组与对照组比较均显著性升高( $P<0.05$ );而FA( $b=100$ 、 $300$ 、 $600$  s/ $mm^2$ )值呈下降趋势,对照组与24h、48h、7d组均存在显著性差异( $P<0.05$ );DCavg与AST间存在高度负相关( $b=100$  s/ $mm^2$ ,  $R=-0.71$ ,  $P<0.01$ ),FA与AST、ALT间均亦存在显著负相关( $b=300$  s/ $mm^2$ ,  $R=-0.70$ ,  $P<0.01$ )。结论 DTI能较早的发现闭合性肝损伤肝内隐匿性病灶,其参数Dcavg及FA客观反映闭合性隐匿肝损伤的病理变化特点,对闭合性隐匿肝损伤的准确诊断具有重要的临床价值。

【关键词】闭合性肝损伤;肝损伤;磁共振弥散成像;磁共振张量成像;X-线断层摄影

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河北省医学科研项目  
(20221908, 20210445)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.05.030

## Study of MRI Diffusion Tensor Imaging in Diagnosis of the Occult Blunt Hepatic Traum\*

SUN Wen-chao<sup>1</sup>, ZHANG-le<sup>1</sup>, GUO Cheng-wei<sup>1,\*</sup>, GAO Hong-li<sup>1</sup>, ZHANG Li-yan<sup>1</sup>, SHEN Wen-chao<sup>1</sup>, CHEN Wei-jun<sup>1</sup>, SHEN San-di<sup>2</sup>.

1.Department of medical imaging, the 82 group hospital of PLA, Baoding 071000, Hebei Province, China

2.Breast and Thyroid Surgery, the Sixth Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Qingyuan People's Hospital, Qingyuan 511518, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the value of magnetic resonance tensor imaging (DTI) in the occult blunt hepatic traum (BHT). **Methods** Forty-three BHT patients were collected. The MRI/DTI features of BHT, the values of mean diffusion coefficient (DCavg) and anisotropy coefficient (FA), the changes of liver enzymes (AST/ALT) correspondingly in different time periods(48h, 72h and 7d) and their correlation were analyzed at the same time.SPSS 22.0 software was used for statistical analysis and P values lower than 0.05 were considered statistically significant. **Results** There showed uneven signal in liver parenchyma ( $T_2WI$ /DTI showed spotted high signal) of BHT patients. The positive rate of DTI was significantly higher than that of  $T_2WI$  /  $T_1WI$ ( $\chi^2=24.08$ ,  $P<0.01$ ) and AST / ALT( $\chi^2=4.49$ ,  $P<0.05$ ) in the diagnosis of BHT; DCavg ( $b=100$ ,  $300$  s /  $mm^2$ ) increased significantly in 24h and 48h groups compared with the control group ( $P<0.05$ ), in the contrast, the value of FA ( $b=100, 300, 600$  s/ $mm^2$ ) decreased. There were significant differences between the control group and the 24h, 48h and 7d groups ( $P<0.05$ ); There existed a high negative correlation between DCavg and AST ( $b=100$  s /  $mm^2$ ,  $R=-0.71$ ,  $P<0.01$ ). There was also a significant negative correlation between FA, AST and ALT ( $b=300$  s/ $mm^2$ ,  $R=-0.70$ ,  $P<0.01$ ). **Conclusion** MRI-DTI can detect the mild intrahepatic lesions on the patient of BHT at the relatively early stage, and the parameters DCavg and FA can reflect the pathological changes of BHT objectively, which have important value for the accurate clinical diagnosis of BHT.

**Keywords:** Blunt Hepatic Trauma; Liver Injury; MR Diffusion Imaging; MR DiffuionTensor Imaging; X-ray Tomography

闭合性隐匿肝损伤(闭合性轻度肝损伤)首诊症状隐匿、易漏诊。而目前临床常采用血清丙氨酸转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)作为一项敏感指标,但是由于其半衰期较短,其血清酶水平升降并不能真实反映肝损伤真实情况<sup>[1-4]</sup>,易造成治疗延误,严重者会导致患者预后不良。磁共振弥散张量成像(diffusion tensor Imaging, DTI)是一种的磁共振功能成像技术,具有检查时间短、图像分辨率高,对肝内隐性微小病灶具有较高的敏感。其定量参数平均扩散系数(average diffusion coefficient, DCavg)和各向异性系数(fractional anisotropy, FA)反映生物体内水分子的运动能力和运动方向性,可对肝组织的生理状态(肝细胞生理活性和微循环)进行定量和定性评价,提供常规超声、CT及常规MRI( $T_1WI$ 、 $T_2WI$ )所不能显示的早期、隐匿性病变。对于闭合性隐匿肝损伤DTI成像研究,国内外文献对此鲜有报道<sup>[5-7]</sup>,本文拟DTI应用于临床诊闭合性隐匿肝损伤中的诊断价值,特做以下分析。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集我院2014年10月至2019年9月闭合性腹部外伤史,常规CT或超声检查为阴性患者43例,男性22例、女性21例,年龄22~69岁,均值( $47.2\pm3.1$ )岁,就诊时间伤后1~12h,均值( $9.6\pm0.3$ )h。

纳入本研究标准:有腹部外伤史,临床生化(AST&ALT $>67.5$  U/L);有腹部外伤史,肝MRI及DTI提示肝内信号异常;排除本研究标准:非腹部外伤所致肝AST、ALT升高者;非外伤所致肝内信号异常者;不能接受DTI检查的患者;脂肪肝、酒精肝、肝占位、弥漫肝疾病及胆道病变等检查者。肝酶AST/ALT检测及MRI/DTI检查分组:伤后6~24h (24h组)11例、24~48h (48h组)15例、72h~7d (7d组)12例,5例肝生化及MRI均未异常者为对照组。

**1.2 方法** GE Signa HDxt 3.0 T扫描仪,仰卧位,腹部线圈(呼吸补偿),检查前4h禁食禁水。 $T_2$  weighted imaging ( $T_2WI$ ): TR/TE 3200/85ms,  $T_1WI$ ( $T_1$  weighted imaging, ): TR/TE 8.5/4 ms。EPI-DTI: TR/TE 2200/49.0 ms。b=100、300、600 s/ $mm^2$ 。弥散方向:ALL模式,扫描时间96 s。

**1.3 定量分析** 在GE AW4.6 FuncTool Performance工作站,重建出平均扩散系数(DCavg)与各向异性系数(FA)图。选取感兴趣区(regions of interest, ROI): 20~30  $mm^2$ ,采用复制、黏贴的方法分别测量肝损伤区域以及未发生明显损伤的区域,连续测量三个层面,取其平均值。

【第一作者】孙文超,男,主管技师,主要研究方向:腹部疾病影像技术研究。E-mail: gcw66157@126.com

【通讯作者】郭成伟,男,主治医师,主要研究方向:腹部影像诊断学。E-mail: gcw323765@163.com

**1.4 血清肝生化(AST、ALT)水平测定** 血清ALT、AST(U/L)水平测定在相应MRI检查后,所采血清由我院临床医学检验科采用自动生化分析仪测定,每组每个血清连续测量3次,取其平均值,结果用U/L表示。

**1.5 统计学分析** 应用SPSS 22.0软件:(1)血清AST、ALT及参数DCavg、FA等计量资料都采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组均数比较应用单因素方差分析(one way ANOVA);(2) $T_2WI$ / $T_1WI$ 、DTI及血清(AST/ALT)对闭合性肝损伤比较采用卡方检验;(3)DCavg、FA与肝酶(AST/ALT)相关分析采用Person法, $R \geq 0.7$ 表示高度相关; $P < 0.05$ 为差异有统计意义。

## 2 结果

**2.1 闭合性隐匿肝损伤血清肝生化水平分析及其诊断准确率** 临床生化(AST&ALT>67 U/L)<sup>[8-9]</sup>提示肝损伤30例,13例阴性患者为阴性、其中12例为外伤后7d组(DTI提示肝内信号异常,经保守治疗于10~14d复查MRI肝内异常信号消失)。肝酶AST、ALT肝损伤后24 h、48h组显著高于对照组( $P < 0.01$ ),损伤72h~7d基本恢复正常( $P > 0.05$ ),见表1;肝酶AST、ALT对轻度闭合性肝损伤诊断阳性率为69.76%(30/43),见表2。

**2.2 闭合性隐匿肝损伤MRI影像表现及诊断价值分析** MRI/DTI检查确定有肝内信号异常38例。MRI表现为局灶性肝实质信号不均,肝内局灶性 $T_2WI$ 信号增高(16/43,阳性率37.21%)及 $T_1WI$ 稍低信号(9/43,阳性率20.93%),肝损伤逐渐恢复后、以肝脏边缘信号异常为著,如图(1A~1B)所示。DTI显示肝内微小病灶(38/43,阳性率88.37%),显著优于 $T_2WI$ / $T_1WI$ (卡方检验 $\chi^2=24.08$ , $P < 0.01$ )及AST/ALT(卡方检验 $\chi^2=4.49$ , $P < 0.05$ )。肝包膜下少量积液(血)3例,表现为肝包膜下条带状等 $T_1WI$ 、稍高 $T_2WI$ /高DTI信号影,如图1B、图2B所示。5例(AST&ALT>67 U/L)DTI信号未异常患者(24h组),保守治疗后分别于10~14d后复查肝酶AST&ALT<40 U/L,恢复正常。

**2.3 闭合性隐匿肝损伤DTI量化分析及与肝酶水平相关性分析** (1)肝损伤后DCavg值呈持续性升高(图1C、图2C):DCavg( $b=100$ 、300s/mm<sup>2</sup>)值于24h及48h组与对照组比较均显著性升高( $P < 0.05$ );而FA( $b=100$ 、300、600 s/mm<sup>2</sup>)值呈下降趋势(图1D、图2D),对照组与24h、48h、7d组具有显著性差异( $P < 0.05$ ),见表3。(2)闭合性隐匿肝损伤血清ALT、AST水平及与不同b值参数DCavg、FA相关性分析。表4示血清ALT、AST水平及与DCavg、FA间均存在显著相关性( $R > 0.4$ , $P < 0.01$ ):当 $b=100$ s/mm<sup>2</sup>DCavg与AST间存在高度负相关( $R=-0.71$ , $P < 0.01$ ); $b=300$ s/mm<sup>2</sup>FA与AST、ALT间均存在显著负相关( $R=-0.70$ , $P < 0.01$ )。

表1 闭合性隐匿肝损伤与对照组血清AST、ALT水平比较

| 分组/例数  | ALT          | AST          |
|--------|--------------|--------------|
| 24h/11 | 190.09±26.93 | 267.45±43.39 |
| 48h/15 | 228.00±47.30 | 190.14±47.57 |
| 7d/12  | 66.61±11.11  | 67.76±14.93  |
| 对照组/5  | 35.66±3.45   | 38.66±9.64   |
| F      | 94.45        | 87.23        |
| P      | <0.01        | <0.01        |

表2  $T_1WI$ / $T_2WI$ 、DTI及肝酶(AST、ALT)对闭合性隐匿肝损伤阳性率比较

| 检查方法              | 阳性例数 | 阴性例数 | 合计  | 阳性率(%) |
|-------------------|------|------|-----|--------|
| $T_1WI$ / $T_2WI$ | 16   | 27   | 43  | 37.21  |
| AST/ALT           | 30   | 13   | 43  | 69.76  |
| DTI               | 38   | 5    | 43  | 88.37  |
| 合计                | 84   | 45   | 129 | 65.11  |

表3 不同b值(s/mm<sup>2</sup>),闭合性隐匿肝损伤DCavg( $\times 10^{-3}$ mm<sup>2</sup>/s)及FA(0~1)值比较

| 分组/例数   | b=100      |            | b=300      |           | b=600      |            |
|---------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
|         | DCavg      | FA         | DCavg      | FA        | DCavg      | FA         |
| 24 h/11 | 4.61±0.111 | 0.48±0.011 | 2.57±0.761 | 0.41±0.23 | 1.56±0.081 | 0.29±0.011 |
| 48 h/15 | 4.71±0.081 | 0.43±0.021 | 2.63±0.052 | 0.40±0.01 | 1.60±0.071 | 0.28±0.011 |
| 7 d/12  | 4.86±0.11  | 0.42±0.031 | 2.70±0.10  | 0.37±0.01 | 1.66±0.09  | 0.27±0.022 |
| 对照组/5   | 4.91±0.12  | 0.35±0.05  | 2.73±0.09  | 0.34±0.02 | 1.75±0.11  | 0.25±0.02  |
| F       | 15.78      | 17.90      | 7.67       | 21.61     | 5.92       | 11.83      |
| P       | <0.01      | <0.01      | <0.01      | <0.01     | <0.01      | <0.01      |

注:单因素方差(one-way ANOVA)<sup>1</sup> $P < 0.01$ 、<sup>2</sup> $P < 0.05$  对照组与24h、48h及7d相比较。

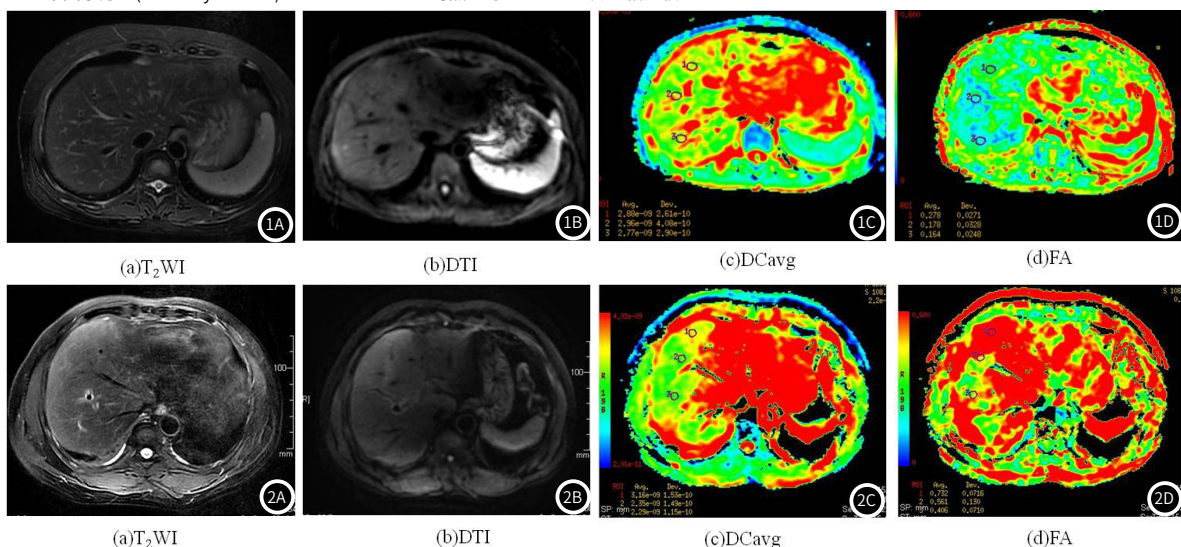


图1 隐匿性肝损伤12h患者 DTI成像注:患者,男,41岁,腹部外伤6h,入院查AST 96U/L ALT 73U/L 提示肝损伤;入院12h行MRI检查: $T_2WI$ 未见明显异常(a),DTI示肝包膜下少许积液(血)、肝右叶见散在小斑片状高信号(b);DCavg/FA示肝右叶不均匀弥散受限,相应水分子方向性(FA)增强。图2 隐匿性肝损伤5d患者 DTI成像。注:患者,男,56岁,腹部外伤72h入院,AST 60U/L ALT 56U/L 未示肝损伤;入院5d行MRI检查: $T_2WI$ 示肝实质信号不均、肝左叶内侧段明显;DTI示肝左叶内侧段内见散在小斑片状高信号;DCavg/FA示肝左叶内侧段不均匀弥散受限,相应水分子方向性(FA)增强。

表4 闭合性隐匿肝损伤血清ALT、AST与DCavg及FA值相关性分析

| 参数    | b(s/mm <sup>2</sup> ) | AST(U/L) |       | ALT(U/L) |       |
|-------|-----------------------|----------|-------|----------|-------|
|       |                       | R        | P     | R        | P     |
| DCavg | 100                   | -0.71    | <0.01 | -0.61    | <0.01 |
|       | 300                   | -0.51    | <0.01 | -0.49    | <0.01 |
|       | 600                   | -0.47    | <0.01 | -0.43    | <0.01 |
| FA    | 100                   | -0.60    | <0.01 | -0.47    | <0.01 |
|       | 300                   | -0.70    | <0.01 | -0.70    | <0.01 |
|       | 600                   | -0.64    | <0.01 | -0.53    | <0.01 |

注：高度相关：R≥0.7；相关性一般：0.4≤R<0.7，相关性较差：R<0.4。

3 讨论

现代战争中高能高爆武器所产生的强冲击波、以及地震、交通事故、高空坠落等所致挤压撞击伤所导致的BHT发生率不断增多<sup>[1-3]</sup>。传统BHT治疗原则是以“腹腔诊断性穿刺抽出不凝血”作为急诊剖腹探查的标准，而目前采用保守的非手术治疗方案已经成为 80~90%肝外伤患者治疗的主要方法<sup>[10-12]</sup>，由此对于非手术治疗的指征和时机往往难以把握，亟需一种安全有效、可靠、精准、易于推广应用的肝脏外伤准确诊断的方法。血清肝AST、ALT 作为非特异性细胞内功能酶，是临床上常用的肝功能指标，由于其半衰期较短，转氨酶水平与闭合性肝损伤的严重程度并不完全相符，存在一定的假象，有学者认为当闭合性腹部损伤患者ALT>57.00U/L，AST>67.50U/L 时提示有肝损伤可能<sup>[8,9]</sup>，但需进一步进行其他检查来确诊。本文43例患者，以AST&ALT>67 U/L标准诊断肝损伤30例，其中13例阴性患者(DTI提示肝内信号异常)，其阳性诊断率仅为69.76%(30/43)。但是，本研究中5例AST&ALT>67 U/L患者，其DTI信号未异常(24h组)，这也提示肝酶AST、ALT在闭合性隐匿肝损伤的早期具有较高的敏感性。

超声或超声造影是判断腹部实质脏器闭合性损伤应用最广的检查方法，但对实质损伤伴血肿形成与实质损伤伴活动性出血相鉴别存在混淆。而且超声成像应用较低的发射频率，降低了空间分辨率和整体图像的质量，对线性、浅表性裂伤以及隐匿性肝挫裂，延迟性肝挫裂，超声征象不明显，容易发生漏诊或误诊，在对包裹性积液、气液面或肠管间积液不能准确评估<sup>[13]</sup>。CT平扫对腹腔积液、CT值辨别腹腔积血和腹水及其它液体的差别进行鉴别，但对隐匿性肝损伤敏感性较低。增强CT或CT灌注成像对于评价血管损伤、脏器活动性出血具有一定优势，但存在一定禁忌症，如碘过敏患者、服用二甲双胍的糖尿病患者以及甲亢患者均禁止增强CT检查，且BHT患者多合并肾损伤，增强检查其禁忌症之一<sup>[14-15]</sup>。磁共振DTI序列具有对磁场均匀、稳定性具有较高的敏感性，在颅脑卒中、神经系统功能精准定位等方面已广泛应用，对微小出血、急性脑梗、脑功能定位等方面具有显著功能成像优势。DTI肝脏成像较常规MRI及CT检查比较成像速度快、图像分辨率高，且无需对比剂等特点可将肝组织的生理状态(肝细胞生理活性和微循环)进行定量和定性评价，已经广泛用于肝脏疾病的诊断和鉴别诊断。对于肝损伤早期干预，彭新健等<sup>[16]</sup>学者对肝癌患者放疗患者行磁共振扩散加权成像(DWI)检查，发现扩散系数(ADC)值能够在一定程度上反映放射性肝损伤病理学改变，能够预测放射性肝损伤的发生。张玉玲等<sup>[17]</sup>学者采用DTI对肝缺血再灌注损伤研究证实参数Dcavg及FA能较好的预测及评估肝损伤的程度，且能对肝损伤进行定量评估，对肝缺血再灌注的预防及机制研究具有重要价值<sup>[6]</sup>。

既往对闭合性肝损伤影像学研究多为术前肝损伤程度的评估，及与手术对照吻合度的研究，韩晓红等学者研究认CT增强检查<sup>[11,13]</sup>、MRI成像<sup>[14-15]</sup>及超声造影<sup>[18]</sup>等影像学检查对闭合性肝损伤术前评估均有较高的敏感性及准确性。轻度闭合肝损伤多为隐匿性损伤，患者临床症状轻、常规影像学检查超声、CT等容

易漏诊，常规血清AST、ALT并不能真实反映肝损伤病程进展状态及量化评估。本文为回顾性收集常规CT平扫或超声检查未见异常隐性肝损伤病灶，MRI/DTI能清晰显示肝内信号不均或不均匀高信号，对于部分轻度闭合性肝损伤患者合并肝包膜下少许积液(血)积血能够清晰显示(图1b)。且结果显示DTI较常规T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI序列更能显示肝内隐性损伤( $\chi^2=24.08$ ,  $P<0.01$ )。因此，DTI不仅能对肝内隐匿(微小)病灶易于显示，其参数定量分析还可对肝损伤的程度准确诊断(图1C~1D、图2C~2D)，有利于及时控制、缓解病情进展。肝血清ALT、AST水平及与DCavg、FA间均存在显著相关性( $R>0.4$ ,  $P<0.01$ )，也间接提示了血清AST/ALT与DCavg、FA联合应用不仅有利于闭合性隐匿肝损伤的综合诊断，且对闭合性隐匿肝损伤病理机制进行研究分析提供一种方法，为闭合性隐匿肝损伤的精准诊断与治疗提供理论依据。

本研究不足之处：首先，目前临床对于闭合性隐匿肝损伤或肝损伤检查方法多为超声或CT检查，因此对于闭合性隐匿肝损伤早期诊断病例较少，未纳入本研究中；其次，MRI检查采用呼吸补偿或憋气扫描，限制了危重患者或躁动病人应用；再者，高场强MRI扫描受呼吸频率及心脏搏动影响，DTI序列磁敏感伪影会影响肝肺界面、肝包膜下微小病灶的观察。

综上所述，DTI具有检查时间短、图像分辨率高及对肝内隐性微小病灶敏感，并能对肝组织的生理状态(肝细胞生理活性和微循环)进行定量和定性评价，因此，DTI结合肝酶AST/ALT应用于闭合性隐匿肝损伤诊断具有较高临床应用价值。

参考文献

[1]Nicholas Ellerman Lada,Avneesh Gupta,Stephan W Anderson,et al. Liver trauma:hepatic vascular injury on computed tomography as a predictor of patient outcome[J].European radiology,2021,31(5):3375-3382.

[2]张永珍.血清中细胞因子TNF- $\alpha$ 、IL-10、TGF- $\beta$ 1的水平在肝癌患者中的表达意义[J].罕少疾病杂志,2022,29(8):53-54.

[3]Yon-Cheong Wong,Li-Jen Wang,Cheng-Hsien Wu,et al.Differences of liver CT perfusion of blunt trauma treated with therapeutic embolization and observation management[J].Scientific reports,2020,10(1):19612.

[4]丁刚.闭合性腹部外伤患者血清肝转氨酶水平变化及其与肝损伤的相关性分析[J].河北医学,2018,24(7):1132-1135.

[5]张伟,李振武,李天云,等.扩散加权成像在肝脏疾病中的应用[J].医疗卫生装备,2014,35(1):127-129.

[6]郭成伟,梁长虹,刘再毅,等.磁共振DTI诊断兔急性肝缺血再灌注损伤的价值[J].影像诊断与介入放射学,2016,25(1):9-12.

[7]李志鑫.多b值DWI技术应用与肝肿瘤检测时放射技师操作规范探讨[J].医疗卫生装备,2018,39(4):79-82.

[8]Bevan CA,Palmer CS,Sutcliffe JR,et al.Blunt abdominal trauma in children:how predictive is ALT for liver injury[J].Emerg Med J,2009,26(4):283-288.

[9]陈祝华,沈国,陈刚红,等.转氨酶水平在闭合性肝损伤患者中的意义[J].浙江医学,2014,(13):1153-1155.

[10]Elena Schembari,Maria Sofia,Saverio Latteri,et al.Blunt liver trauma:effectiveness and evolution of non-operative management (NOM) in 145 consecutive cases[J].Updates in surgery,2020,72(4):1065-1071.

[11]Morihiro Katsura,Shingo Fukuma,Akira Kuriyama,et al.Association between contrast extravasation on computed tomography scans and pseudoaneurysm formation in pediatric blunt splenic and hepatic injury:A multi-institutional observational study[J].Journal of pediatric surgery,2020,55(4):681-687.

[12]Margot Fodor,Florian Primavesi,Dagmar Morell-Hofert,et al.Non-operative management of blunt hepatic and splenic injuries-practical aspects and value of radiological scoring systems[J].European surgery:Acta chirurgica Austriaca,2018,50(6):285-298.

[13]秦燕明.超声联合CT在闭合性腹部损伤诊断中的应用价值[J].中国继续医学教育,2017,9(36):20-21.

[14]14.孙亚东,祝丽敏.磁共振成像联合增强CT确诊急性胰腺炎患者的病情发展研究分析[J].罕少疾病杂志,2022,29(9):49-50.

[15]韩晓红.闭合性肝脾挫裂伤的MRI诊断价值[J].南昌大学学报(医学版),2011,51(10):53-54.

[16]彭新健,肖玉辉,许斯鼎,等.放射性肝损伤患者肝脏磁共振扩散加权成像表现特征分析[J].实用肝脏病杂志,2019,22(3):373-376.

[17]张玉玲,褚志强,陶征征,等.弥散张量成像评价兔肝缺血再灌注损伤调控肝部分切除术后再再生的研究[J].中华器官移植杂志,2021,42(4):239-244.

[18]Nicola J Grønbaek Laugesen,Christian Pallson Nolsoe,Jacob Rosenberg. Clinical Applications of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Pediatric Work-Up of Focal Liver Lesions and Blunt Abdominal Trauma:A Systematic Review. [J].Ultrasound international open,2017,3(1):2-7.