

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.06.018

基于磁共振多 b 值弥散加权成像对严重胸外伤预后的预测 *

李智勇¹ 惠珂² 薛旭涛^{3Δ} 龚雪鹏⁴ 齐东海⁵ 张永昌⁶

(1 空军第九八六医院军人特诊中心 陕西 西安 710054; 2 陕西省人民医院呼吸与危重症二科 陕西 西安 710068;

3 西电集团医院放射科 陕西 西安 710077; 4 空军第九八六医院磁共振室 陕西 西安 710054;

5 解放军联勤保障部队第九八七医院心胸外科 陕西 宝鸡 721000; 6 西安市第四医院胸外科 陕西 西安 710004)

摘要 目的:探讨基于磁共振(Magnetic Resonance Imaging, MRI)多 b 值弥散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)对严重胸外伤预后的预测价值。**方法:**2018 年 2 月-2020 年 6 月选择在本院诊治的严重胸外伤患者 76 例(开放性损伤 38 例,闭合性损伤 38 例),所有患者都给予常规 MRI 扫描、多 b 值 DWI 扫描,记录成像质量与特征,判断预测价值。**结果:**所有患者都在胸外伤后 3 d 内进行检查,开放性损伤与闭合性损伤患者的 MRI 图像质量优良率都为 100.0 %,符合诊断要求。开放性损伤患者的多 b 值 DWI 之 D* 值、f 值都显著高于闭合性损伤患者,而 D 值显著低于闭合性损伤患者,对比差异都有统计学意义($P<0.05$)。在 76 例患者中,病理判断为胸腔后方韧带复合体 1 级损伤 38 例,2 级损伤 30 例,3 级损伤 8 例。MRI 诊断为 1 级损伤 39 例,2 级损伤 31 例,3 级损伤 6 例, MRI 诊断的准确性为 93.4 %。**结论:**基于 MRI 多 b 值 DWI 能清晰显示严重胸外伤的组织损伤情况,也能真实反映组织的微环境变化特征,能有效预测后方韧带复合体的损伤情况。

关键词:磁共振成像; b 值; 弥散加权成像; 严重胸外伤; 后方韧带复合体

中图分类号:R655; R445.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2021)06-1081-04

Prediction of the Prognosis of Severe Thoracic Trauma Based on MRI Multi-b-value Diffusion-weighted Imaging*

LI Zhi-yong¹, HUI Ke², XUE Xu-tao^{3Δ}, GONG Xue-peng⁴, QI Dong-hai⁵, ZHANG Yong-chang⁶

(1 Xijing 986 Hospital, Militar Special Clinic Center, Forth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710054, China;

2 Dept of Respiratory and Critical Care, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an, Shaanxi, 710068, China;

3 Dept of Radiology, Xidian Group Hospital, Xi'an, Shaanxi, 710077, China;

4 Xijing 986 Hospital, Magnet Resonance Room, Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710054, China;

5 Dept of Cardiothoracic Surgery, the 987th Hospital of the Joint Support Force of the People's Liberation Army, Baoji, Shaanxi,

721000, China; 6 Dept of Thoracic Surgery, Xi'an Fourth Hospital, Xi'an, Shaanxi, 710004, China)

ABSTRACT Objective: To explore the prognostic values of multi-b-value Diffusion Weighted Imaging (DWI) based on Magnetic Resonance Imaging (MRI) for the prognosis of severe chest trauma. **Methods:** From February 2018 to June 2020, 76 cases of patients with severe chest trauma (38 cases of open injury and 38 cases of closed injury) were selected for diagnosis and treatment. All patients were given conventional MRI scans and multi-b value DWI scans, Recorded the imaging quality and characteristics, and judged the predictive values. **Results:** All patients were examined within 3 days after thoracic trauma. The excellent and good rates of MRI images of patients with open injury and closed injury were 100.0 %, which met the diagnostic requirements. The multi-b value DWI D* value and f value of patients with open injury were significantly higher than those with closed injury, while the D value was significantly lower than that of patients with closed injury, and compared the difference were statistically significant ($P<0.05$). In the 76 patients, pathologically judged as the posterior thoracic ligament complex in 38 cases of grade 1 injury, 30 cases of grade 2 injury, and 8 cases of grade 3 injury; MRI diagnosed 39 cases of grade 1 injury, 31 cases of grade 2 injury, and 6 cases of grade 3 injury, and the accuracy of MRI diagnosis were 93.4 %. **Conclusion:** Based on MRI multi-b value DWI can clearly show the tissue damage of severe thoracic trauma, it can also truly reflect the characteristics of tissue microenvironment changes, and can effectively predict the damage of the posterior ligament complex.

Key words: Magnetic resonance imaging; b-value; Diffusion weighted imaging; Severe thoracic trauma; Posterior ligament complex

Chinese Library Classification(CLC): R655; R445.2 **Document code:** A

Article ID:1673-6273(2021)06-1081-04

* 基金项目:陕西省重点研发计划项目(2019SF-185)

作者简介:李智勇(1966-),男,本科,副主任医师,研究方向:胸外伤、肺癌、肋骨肿瘤,电话:13669271056, E-mail: xijing19660419@163.com

Δ 通讯作者:薛旭涛(1984-),男,本科,主治医师,研究方向:胸部,电话:13571979068, E-mail: 13571979068@163.com

(收稿日期:2020-09-04 接受日期:2020-09-28)

前言

当前随着医学技术的发展,严重胸外伤患者的存活率显著上升,但是很多患者可伴随有各种后遗症,严重影响患者的身心健康^[1]。不过很多患者在胸外伤发生后的临床表现无特异性,导致无法有效判定临床病情与预测预后^[2,3]。常规磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)具有较高的软组织分辨率,是诊断胸外伤最常用的方法之一,但是在显示外伤部位的细胞微观信息及定性诊断方面存在一定的不足^[4,5]。磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)中表观弥散系数(Apparent diffusion coefficient, ADC)是目前检测活体组织中水分子弥散运动的主要方法之一,可用于定量检测水分子弥散受限,有助于解决常规 MRI 序列难以区分神经和其伴行血管的难题,可在短暂的扫描时间内获得较高成像质量的弥散图像^[6,7]。特别是多 b 值的 MR-DWI 可反映水分子的弥散与血液的微循环分离状况,相对单 b 值而言可更好地描述扫描组织的信号衰减方式^[8-10]。本文具体探讨了基于 MRI 多 b 值弥散加权成像对严重胸外伤预后的预测,以促进早期检出胸外伤。现总结报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2018 年 2 月-2020 年 6 月选择在本院诊治的严重胸外伤患者 76 例,入选标准:年龄 12~80 岁;具有详细的临床及影像学资料;既往均无胸外伤病史;受伤当时均有时间不等的昏迷;符合严重胸外伤的诊断标准。排除标准:严重胸外伤后 24 h 内死亡患者;临床及影像学资料缺乏者;外伤前存在严重心肝肾异常患者;妊娠与哺乳期妇女。年龄 17~75 岁,平均年龄 45.92±2.19 岁;男性 52 例,女性 24 例;平均受伤时间 40.21±1.99 h;平均体重指数 22.19±0.93 kg/m²;入院生命体征:体温 36.89±0.43℃、心率 80.24±1.38 次/分、呼吸 18.00±1.02 次/分、收缩压 132.10±14.88 mmHg、舒张压 77.20±15.02 mmHg;开放性损伤 38 例,闭合性损伤 38 例。

1.2 检查方法

采用 GE 1.5T 超导型 MR 扫描仪,最大梯度场强度 80 mT·m⁻¹,采用双射频发射模式,配有 8 通道体部相控阵线圈。采用头先进、双侧成像模式,每位患者扫描定位相后,采用匀场调整以使磁场更加均匀。

常规 MRI 扫描:矢状面 T2-FS, TR 4000 ms、TE 92 ms、

FOV 300 mm×300 mm、矩阵 200×384、层厚 6.5 mm、层间距 2.0 mm;横断面 T2-FS, TR 5800 ms、TE 96 ms、层厚 7.0 mm、FOV 300 mm×300 mm、矩阵 200×384、层间距 2.8 mm;横断面 T1、T1-FS, TR 800 ms、TE 11 ms、层厚 7.0 mm、FOV 300 mm×300 mm、矩阵 200×384、层间距 2.8 mm;冠状面 T2-FS, TR 1400 ms、TE 93 ms、FOV 300 mm×300 mm、矩阵 200×384、层厚 5.0 mm、层间距 1.0 mm。

多 b 值 DWI 扫描:采用自旋-平面回波成像 SE-EPI,在 X、Y、Z 轴 3 个方向上同时施加,设定 b 值如下:0、100、400、800、1200 s/mm²,扫描参数:TR 7500 ms、TE 93 ms、FOV 196 mm×230 mm、矩阵 102×160、层厚 3.0 mm。

所有图像采用 GE 工作站进行后处理,由一位熟练掌握该工作站的影像科医师(副高及其以上职称,工龄≥8 年)对原始轴位图像进行三维容积重建。

1.3 观察指标

(1)在 MRI 常规扫描中,记录与评定胸腔不同区域的胸外伤情况与 MRI 信号特征;(2)将多 b 值 DWI 图像调整阈值去除背景噪声,在外伤部位内选取感兴趣区域(region of interest)进行测量,获得多 b 值下的系数值,包括 D 值、D* 值、f 值等;(3)图像质量从血管清晰程度、有无明显伪影、血管信号亮度等进行综合评价,优:靶血管显示佳,伪影少,无或少与静脉重叠;良:靶血管显示尚可,有伪影,部分与静脉重叠;差:靶血管显示差或未显示,大部分与静脉重叠。(优+良)/组内例数×100.0%=优良率;(4)胸腔后方韧带复合体损伤程度分成三个级别,1 级损伤:单纯棘间韧带部分断裂或完全断裂;2 级损伤:棘间韧带和棘上韧带同时撕裂(伴或不伴黄韧带撕裂断裂);3 级损伤:单纯黄韧带撕裂伴有小关节骨折或后方韧带复合体完全断裂。

1.4 统计方法

统计学分析采用 SPSS 软件(version 24.00, US)进行数据的统计学处理及分析,计量数据以均数±标准差表示,计数数据以百分比、%等表示,对比为两独立样本 t 检验与卡方分析等,检验水准为 α=0.05, P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 图像质量对比

所有患者都在胸外伤后 3 d 内进行检查,开放性损伤与闭合性损伤患者的 MRI 图像质量优良率都为 100.0%,符合诊断要求,见表 1。

表 1 不同损伤特征患者的图像质量对比(例,%)

Table 1 Comparison of image quality of patients with different injury characteristics (n, %)

Groups	n	Optimal	Good	Difference	Excellent rate of excellence
Open damage	38	37	1	0	38(100.0)
Closed injury	38	36	2	0	38(100.0)

2.2 常规 MRI 特征

常规 MRI 特征:肋骨:56 例呈等 T1 或稍长 T1 信号,18 例稍长 T2 信号。胸骨:44 例呈稍长 T1 长 T2 信号,32 例发现 T1 长 T2 不强化的积液。胸腔:59 例 T₁WI 表现为等信号或稍高信

号混杂信号,27 例 T₂WI 信号表现比较混乱。气管及主支气管:45 例呈稍长 T1 稍长 T2 信号。心脏:55 例呈等 T1 信号。膈肌:19 例呈等 T2 或长 T2 混杂信号。

2.3 多 b 值 DWI 参数对比

开放性损伤患者的多 b 值 DWI D^* 值、f 值都显著高于闭合性损伤患者,而 D 值显著低于闭合性损伤患者,对比差异都有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 2 不同损伤特征患者的 MRI 多 b 值 DWI 参数对比($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of MRI multi-b value DWI parameters of patients with different injury characteristics ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	D($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	$D^*(\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	f(%)
Open damage	38	1.15 $\pm$ 0.02*	12.76 $\pm$ 1.43*	0.17 $\pm$ 0.03*
Closed injury	38	1.65 $\pm$ 0.21	8.55 $\pm$ 0.34	0.12 $\pm$ 0.02

Note: compared with the closed injury group, * $P<0.05$.

2.4 诊断预测价值

在 76 例患者中,病理判断为胸腔后方韧带复合体 1 级损伤 38 例,2 级损伤 30 例,3 级损伤 8 例。MRI 诊断为 1 级损伤

39 例,2 级损伤 31 例,3 级损伤 6 例,MRI 诊断的准确性为 93.4 %(71/76),见表 3。

表 3 MRI 对严重胸外伤中胸腔后方韧带复合体损伤程度的诊断预测价值(n=76)

Table 3 The diagnostic predictive value of MRI for the degree of injury of the posterior thoracic ligament complex in severe chest trauma (n=76)

Pathology	MRI			Total
	Level 1 damage	Level 2 damage	Level 3 damage	
Level 1 damage	37	1	0	38
Level 2 damage	2	28	0	30
Level 3 damage	0	2	6	8
Total	39	31	6	76

3 讨论

当前随着重症监护病房管理体系的日趋成熟与胸外科医学技术的进步,严重胸外伤患者的死亡率明显下降^[1]。但是胸外伤后的致残率亦呈逐年增加趋势,因此早期发现、早期干预能最大限度地降低严重胸外伤的致残率^[12]。临床上当前多采用手术或者动脉造影的方法探查胸外伤的损伤程度,但是都为有创性检查,且检查过程比较复杂,有一定的禁忌证,很难准确判断以指导预测预后^[13]。MRI 具有较高的组织及空间分辨率,用于胸外伤血管的损伤的检查,能够准确地判断组织的损伤程度和范围^[14,15]。本研究显示开放性损伤与闭合性损伤患者的 MRI 图像质量优良率都为 100.0 %,符合诊断要求。在胸外伤部位中,MRI T_1 WI 多呈中等至高信号, T_2 WI 呈高信号。特别部分肋骨骨折患者 T_2 WI 呈与正常肋骨相似或略高信号,有环状长 T_1 长 T_2 信号,反映出肋骨周边存在充血水肿情况。

严重胸外伤往往伴有胸部血管的损伤,而血管的损伤程度是决定预后的重要指标^[16]。DWI 能检测水分子的弥散运动,也能影响活体组织中水分子的磁化状态,从而可反映组织微环境的结构与功能变化^[17,18]。不过当 b 值较低时($b \leq 400 \text{ s/mm}^2$),组织的弥散信号与 b 值呈直线关系;但当 b 值增大时($b > 400 \text{ s/mm}^2$),组织的弥散信号与 b 值呈曲线关系,为此采用多 b 值 DWI 法分析能够更好反应生物体内这种复杂的信号衰减情况^[19,20]。本研究显示开放性损伤患者的多 b 值 DWI D^* 值、f 值都显著高于闭合性损伤患者,而 D 值显著低于闭合性损伤患者。李健明^[21]等学者的研究类通过探究磁共振多 b 值 DWI 在直肠癌淋巴结诊断方面的临床意义,结果显示随 b 值增加(0~1000 s/mm^2),淋巴结检出率递减,DWI 图像淋巴结信噪比递增,直径 8 mm

以上淋巴结,多 b 值 DWI 图像检出率一致,无明显统计学差异,与本研究有所不同。其中 D 为单纯弥散系,可反映压力梯度影响的血管外及细胞间液的运动; D^* 为假性弥散系数,可反映血管内及细胞内水分子在血液微循环中的随机分布^[22];f 为灌注分数,可反映组织内血管密集程度^[23]。严重胸外伤后可能造成胸部血液凝固,阻断氧气输送至组织,从而导致微循环灌注血容量增加与新生血管数目增多使得 D^* 值、f 值升高与 D 值降低^[24,25]。

胸外伤可造成多个组织、器官损害的同时,严重时导致患者出现昏迷、植物状态,也有一定的死亡率^[26]。后方韧带复合体的完整性是评估胸外伤中脊柱骨折稳定性的重要因素,生物力学研究显示脊柱承受屈曲畸形应力时,后方韧带复合体承担着重要的张力载荷,后方韧带复合体伤伴前中柱骨折会促使进行性后凸畸形和机械性不稳定^[27,28]。MRI 能够直观全面地显示胸外伤的病理变化,有助于整体分析组织病变范围,这在预测患者预后方面也具有重要价值^[29]。本研究显示 MRI 诊断胸腔后方韧带复合体 1 级损伤 39 例,2 级损伤 31 例,3 级损伤 6 例,MRI 诊断的准确性为 93.4 %,表明多 b 值 DWI 能有效预测后方韧带复合体的损伤情况。从机制上分析,多 b 值 DWI 的预测效应不受微循环灌注影响,而外伤部位可限制水分子的自由弥散,从而导致 DWI 参数变化^[30-32]。目前国内外还没有将磁共振多 b 值弥散加权成像应用于严重胸外伤检测,多用于各类肿瘤的检测,本研究创新性的将磁共振多 b 值弥散加权成像应用于严重胸外伤检测,能真实反映组织的微环境变化特征,有效预测后方韧带复合体的损伤情况,有助于早期检出胸外伤,对严重胸外伤预后具有确切的预测价值,为后期工作者对严重胸外伤的检测提供了新的思路和方法,但是具体还需要加大样本量

深入研究,另外本文尚存在病例数及病变种类少等不足,DWI的应用仍存在成像时间相对长及序列对运动伪影敏感等缺陷,将在后续工作中深入探讨。

总之,基于MRI多b值DWI能清晰显示严重胸外伤的组织损伤情况,也能真实反映组织的微环境变化特征,能有效预测后方韧带复合体的损伤情况,因此有助于早期检出胸外伤,尤其对严重胸外伤预后具有确切的预测价值。

参考文献(References)

- [1] 李震宇,李鑫,樊德彰,等.限制性液体复苏在胸外伤为主的创伤失血性休克救治中的临床应用[J]. 川北医学院学报, 2018, 33(6): 844-846
- [2] 李油山,任万武,杨三春,等.91例重症胸外伤的外科手术治疗[J]. 川北医学院学报, 2003, 18(4): 57-58
- [3] Tang YC, Tian Y, Li DX, et al. Endplate and intervertebral disc injuries in acute and single level osteoporotic vertebral fractures: is there any association with the process of bone healing? [J]. Orthop Surg, 2019, 20(1): e336
- [4] Barut N, Marie-Hardy L, Bonaccorsi R, et al. Immediate and late discal lesions on MRI in Magerl A thoracolumbar fracture: Analysis of 76 cases[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(4): 713-718
- [5] Bunevicius A, Tamasauskas A, Ambrozaitis KV. Spontaneous thoracic subdural hematoma associated with warfarin therapy: Case report with serial MRI[J]. Surg Neurol Int, 2019, 10: e28
- [6] Driver CJ, Rose J, Tauro A, et al. Magnetic resonance image findings in pug dogs with thoracolumbar myelopathy and concurrent caudal articular process dysplasia[J]. BMC Vet Res, 2019, 15(1): e182
- [7] Feeney G, Sehgal R, Sheehan M, et al. Neoadjuvant radiotherapy for rectal cancer management [J]. World J Gastroenterol, 2019, 25(33): 4850-4869
- [8] Vogt S, Pumberger M, Fuchs M, et al. Disk injury in patients with vertebral fractures-a prospective diagnostic accuracy study using dual-energy computed tomography [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 29(8): 4495-4502
- [9] Wang GX, Mu YD, Che JY, et al. Compressive myelopathy and compression fracture of aggressive vertebral hemangioma after parturition: A case report and review of literature [J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(50): e18285
- [10] Samtani RG, Bernatz JT, Halanski MA, et al. Cervical Spine Injury Following Thoracic Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis [J]. Cureus, 2019, 11(10): e5840
- [11] Sato M, Kuriyama A, Ohtomo R. Unilateral loss of thoracic motion after blunt trauma: a sign of acute Brown-Séquard syndrome [J]. Clin Exp Emerg Med, 2019, 6(3): 268-271
- [12] Fiechter M, Ott A, Beck J, et al. Intradural non-calcified thoracic disc herniation causing spontaneous intracranial hypotension: a case report [J]. BMC Surg, 2019, 19(1): e66
- [13] Filosso PL, Guerrera F, Sandri A, et al. Surgical management of chronic diaphragmatic hernias [J]. J Thorac Dis, 2019, 11 (Suppl 2): S177-s185
- [14] Guo DQ, Yu M, Zhang SC. Novel Surgical Strategy for Treating Osteoporotic Vertebral Fractures with Cord Compression[J]. BMC Surg, 2019, 11(6): 1082-1092
- [15] Hahn LD, Prabhakar AM, Zucker EJ. Cross-sectional imaging of thoracic traumatic aortic injury[J]. Vasa, 2019, 48(1): 6-16
- [16] Hsu JL, Cheng MY, Liao MF, et al. The etiologies and prognosis associated with spinal cord infarction[J]. Ann Clin Transl Neurol, 2019, 6(8): 1456-1464
- [17] Jelvehgaran P, Steinberg JD, Khmelinskii A, et al. Evaluation of acute esophageal radiation-induced damage using magnetic resonance imaging: a feasibility study in mice [J]. Radiat Oncol, 2019, 14(1): e188
- [18] Joaquim AF, Patel AA, Schroeder GD, et al. A simplified treatment algorithm for treating thoracic and lumbar spine trauma [J]. J Spinal Cord Med, 2019, 42(4): 416-422
- [19] Laghmouche N, Prost S, Farah K, et al. Minimally invasive treatment of thoracolumbar flexion-distraction fracture [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(2): 347-350
- [20] Li S, Zhang H, Shen Y, et al. Risk factors of cage subsidence after removal of localized heterotopic ossification by anterior cervical discectomy and fusion: A retrospective multivariable analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(42): e17505
- [21] 李健明, 刘云霞, 张孟超, 等. 磁共振多b值弥散加权成像评价直肠癌淋巴结转移的价值[J]. 磁共振成像, 2016, 7(2): 96-101
- [22] Li Z, Lv Z, Yang Q, et al. Successful treatment of a primary thoracic dumb-bell yolk sac tumor presenting with severe spinal cord compression: Case report[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(43): e17610
- [23] Takagi Y, Yamada H, Ebara H, et al. Aspergillus terreus spondylodiscitis following an abdominal stab wound: a case report[J]. J Med Case Rep, 2019, 13(1): e172
- [24] Yamada J, Kondo T, Sudo A, et al. Two cases of brachial plexus compression secondary to displaced clavicle fractures [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 23(6): 100219
- [25] Adriaans BP, Wildberger JE, Westenberg JJM, et al. Predictive imaging for thoracic aortic dissection and rupture: moving beyond diameters[J]. Eur Radiol, 2019, 29(12): 6396-6404
- [26] Lin CY, Chang CC, Su PL, et al. Brain MRI imaging characteristics predict treatment response and outcome in patients with de novo brain metastasis of EGFR-mutated NSCLC [J]. Eur Radiol, 2019, 98(33): e16766
- [27] Min Y, Hui-Yun G, Hou-Cheng Z, et al. The surgical treatment strategies for thoracolumbar spine fractures with ankylosing spondylitis: a case report[J]. J Spinal Cord Med, 2019, 19(1): e99
- [28] Moyano-Bueno D, Blanco JF, López-Bernus A, et al. Cold abscess of the chest wall: A diagnostic challenge [J]. Int J Infect Dis, 2019, 85(12): 108-110
- [29] Opalko M, Bösebeck H. Properties and clinical application safety of antibiotic-loaded bone cement in kyphoplasty [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): e238
- [30] Pfyffer D, Huber E, Sutter R, et al. Tissue bridges predict recovery after traumatic and ischemic thoracic spinal cord injury [J]. Neurology, 2019, 93(16): e1550-e1560
- [31] Rankin KC, O'Brien LC, Gorgey AS. Quantification of trunk and android lean mass using dual energy x-ray absorptiometry compared to magnetic resonance imaging after spinal cord injury[J]. J Spinal Cord Med, 2019, 42(4): 508-516
- [32] Rief M, Zoidl P, Zajic P, et al. Atlanto-occipital dislocation in a patient presenting with out-of-hospital cardiac arrest: a case report and literature review[J]. J Med Case Rep, 2019, 13(1): e44