

· 综 述 ·

弥漫性轴索损伤影像学诊断的研究进展

张一帆 综述 张国来 审校

【关键词】 颅脑损伤;弥漫性轴索损伤;影像学诊断

【文章编号】 1009-153X(2016)07-0442-03 【文献标志码】 B 【中国图书资料分类号】 R 651.1⁵; R 445

随着交通运输业、建筑业的发展,颅脑损伤(trumatic brain injury, TBI)的发病率不断上升^[1]。弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)是TBI常见的原发性损伤和病理改变类型,DAI诊断和治疗已成为当今TBI研究的重点和难点。

1 DAI病理特征

DAI是旋转暴力所致。王洪财等^[2]电镜下发现DAI患者神经轴索肿胀迂曲,轴索内微管消失微丝聚集、线粒体肿胀,髓鞘板层分离与轴索膜形成低电子密度区,轴索膜破裂轴浆外溢形成断端轴索球等超微结构病理变化。DAI常见部位有脑干、海马、内囊、胼胝体和丘脑^[3]。

2 DAI影像学诊断

2.1 CT CT不能直接显示受损神经轴索,只能显示间接征象:①灰白质交界区、胼胝体、脑干、基底节区等部位多发或单发小出血灶;②脑水肿及肿胀,弥漫性白质密度减低,灰白质界线不清,双侧脑室和脑池受压、变窄或消失;③硬膜下血肿、脑室及蛛网膜下腔出血、多发骨折等^[4]。DAI分为非出血性和出血性。Graham等^[5]发现80%的DAI为非出血性。非出血性病灶的CT通常无特异性表现。

2.2 普通MRI序列 主要有T₁WI、T₂WI、液体衰减翻转恢复(fluidattenuated inversion recovery, FLAIR)序列和GRE-T₂*WI四种序列。小出血灶和间质水肿在T₁WI表现为点状高及低信号灶,非出血性剪应力损伤在T₂WI和FLAIR序列表现为高信号灶。非出血性病灶在GRE-T₂*WI呈正常或高信号,检出病灶数比FLAIR及T₂WI少;而在出血性病灶中,

GRE-T₂*WI优于T₁WI、T₂WI、FLAIR序列^[5,6]。

2.3 弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI) DWI通过表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值来成像的技术。DWI信号强弱与ADC值为负指数函数关系,即DWI信号增高,ADC值减小;DWI信号减低,ADC值增大。DWI对超急性期病灶敏感,可检出其他序列未能发现的病灶。Albensi等^[7]动物模型研究发现,DWI最早可在伤后2 h检出DAI病灶。Hergan等^[8]将DAI病灶在DWI及ADC的信号改变分为三类:①血管源性水肿,DWI和ADC均为高信号;②细胞毒性水肿,DWI高信号、ADC低信号;③小出血灶伴周围蜂窝样间质水肿,DWI中央低信号、周围高信号。李科等^[9]在临床影像研究中发现,非出血性病灶在DWI序列呈稍高或高信号,出血性病灶在DWI序列均呈低或等信号,且DWI序列对非出血性DAI的检出率,显著高于其它MRI序列。王洪财等^[10]通过DWI显示不同部位病灶数与GCS、GOS评分的秩相关性分析,表明病灶累及脑中轴部位(脑下、胼胝体、基底节区)数目越多,患者病情越严重,预后越差。

2.4 磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI) 可发现直径2 mm小病灶^[11]。Tong等^[12]在SWI对于出血性DAI病灶研究中发现SWI比T₂*WI序列更为敏感,SWI上显示的DAI病灶数目是T₂*WI序列的6倍,出血量是T₂*WI序列的2倍。对出血性DAI病灶的检出,SWI序列明显高于其它序列,按高低顺序依次为SWI、DWI、FLAIR、T₂WI、T₁WI^[10]。DAI的出血灶在SWI像上表现为斑点状、线条状、小团状低信号,病灶大小为0.5~15 mm,位置多分布在脑表面浅部、后颅窝、脑深部,且病灶数目在脑表面浅部多于后颅窝和脑深部,DAI出血灶总数分别与GCS评分和昏迷天数呈负相关和正相关。DAI出血灶数较多时,预后不良。SWI有助于显示DAI出血灶,对判断DAI患者的预后亦有一定价值^[13]。郑潜新等^[14]

在研究中发现,SWI与联合常规序列比较,SWI对出血的敏感性更高,但容易受到气体、脑脊液波动等因素影响,而出现假阳性和假阴性,诊断能力受到影响。DWI及SWI两者联合可以优势互补,大大提高了病灶的检出率,DAI病灶数目与GCS、GOS均呈负相关,DWI与SWI检出DAI病灶体积与入院时GCS、检查时GCS、GOS均呈负相关。这也为DAI患者治疗效果及预后评价提供一定客观依据^[15]。

2.5 磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是在DWI基础上发展起来的一种新成像方法,是目前唯一可以描绘人活体脑白质纤维的有效方法。TBI急性期轴索细胞胞膜排列出现紊乱、肿胀,轴索内的水分子运动受限减弱,在与轴索平行方向上的扩散阻力增大,扩散减弱,与轴索垂直方向的扩散增强,其各向异性缩小,各向异性分数(fractional anisotropy, FA)值降低。DAI中,胼胝体压部、内囊后肢及半卵圆中心等区域在常规影像上没有出现明显的水肿及出血,而在DTI上出现FA值降低,提示脑损伤的存在,在重度及中度TBI中均存在FA值的变化,但是在研究中测量脑干DTI成像变形较明显,不易准确定位和测量,多为骨性结构所影响^[16]。DTI扫描对脑白质损伤的敏感性较高,可以显示CT及MRI平扫不能检出的病灶,并且在研究中发现DAI中脑区FA值与GCS评分存在正相关,而且可以评估患者病情,预测预后^[17,18]。不同部位可视性病灶区FA值变化与GCS评分、GOS评分相关性不同,脑干部位FA值与GCS评分、GOS评分均有显著的相关性,胼胝体部位与GCS评分均有显著的相关性,单一胼胝体部位FA值与患者伤后6个月GOS评分无显著相关性^[19]。联合SWI及DTI两种检查技术,对DAI病灶的检出显著高于应用一种技术观察到的DAI病灶,在SWI上可显示DTI上观察不到的或显示不佳的病灶,DTI扩散图上可观察到SWI不敏感的非出血性病灶,较准确地对DAI患者的病情进行评估^[20]。目前DTI主要缺点是时间长、费用高,部分患者无法顺利完成检查,随着磁共振硬件及软件的发展,DTI在TBI中的应用价值会更高。

综上所述,常规序列MRI已经比CT有明显优势,而功能磁共振成像技术的出现,更大大提升了MRI在DAI方面诊断的优势,不论SWI、DWI及DTI都可以为DAI的诊断提供有力证据。目前功能磁共振成像技术仍有一定不足,易受干扰、时间长、费用高等,相信随着磁共振设备软硬件的更新、新序列的出现,MRI必将为DAI患者的临床诊断、治疗和预

后判断提供更为可靠的影像学依据。

【参考文献】

[1] Bener A, Omar AO, Ahmad AE, *et al.* The pattern of traumatic brain injuries: a country undergoing rapid development [J]. Brain Inj, 2010, 24(2):74-80.

[2] 王洪财,王波定,陈茂送,等. 弥漫性轴索损伤联合损伤效应机制的探讨[J]. 中华神经医学杂志, 2014, 13(5):446-450.

[3] 李雪元,李建奇,冯东福,等. 大鼠创伤性轴索损伤后脑代谢质子磁共振波谱分析[J]. 中华创伤杂志, 2011, 27(3):213-217.

[4] 朱永山,熊坤林. 功能影像学诊断弥漫性轴索损伤的研究进展[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(9):900-902.

[5] Graham DI, Lawrence AE, Adams JH, *et al.* Brain damage in fatal non-missile head injury without high intracranial pressure [J]. J Clin Pathol, 1988, 41(1):34-37.

[6] 王 斌,李 军,陈 伟,等. GRE-T₂*WI联合DWI在急性弥漫性轴索损伤中的诊断价值[J]. 牡丹江医学院学报, 2014, 35(3):25-28.

[7] Albensi BC, Knoblach SM, Chew BG, *et al.* Diffusion and high resolution MRI of traumatic brain injury in rats: time course and correlation with histology [J]. Exp Neurol, 2000, 162(1):61-72.

[8] Hergan K, Schaefer PW, Sorensen AG, *et al.* Diffusion-weighted MRI in diffuse axonal injury of the brain [J]. Eur Radiol, 2002, 12(10):2536-2541.

[9] 李 科,金 真,张 磊,等. DWI及SWI序列对弥漫性轴索损伤的诊断价值[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2010, 9(2):116-119.

[10] 王洪财,段志新,吴芳芳,等. 弥散加权成像在弥漫性轴索损伤伤情判断和预后评价中的应用价值[J]. 中华创伤杂志, 2010, 26(2):142-145.

[11] 赵秀芹,狄玉进,徐金法,等. 3.0 T磁敏感加权成像在出血性弥漫性轴索损伤中的诊断价值[J]. 中华创伤杂志, 2012, 28(9):790-793.

[12] Tong KA, Ashwal S, Holshouser BA, *et al.* Hemorrhagic shearing lesions in children and adolescents with posttraumatic diffuse axonal injury: improved detection and initial results [J]. Radiology, 2003, 227(2):332-339.

[13] 杨 昂,张雪林,陈燕萍,等. SWI在弥漫性轴索损伤中脑内出血灶的诊断应用[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(4):436-440.

- [14] 郑潜新, 欧阳林, 岳 翠, 等. SWI 在弥漫性轴索损伤诊断中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(9): 1260-1262.
- [15] 冯振广, 李 牧, 夏 爽, 等. 联合磁敏感加权成像和扩散加权成像对脑弥漫性轴索损伤的诊断和预后评价[J]. 中华创伤杂志, 2014, 30(1): 33-38.
- [16] 姜兴岳, 谢庆芝, 陈 亮, 等. DTI 对急性弥漫性轴索损伤的应用研究[J]. 放射学实践, 2013, 28(1): 29-33.
- [17] 董景敏, 张培功, 姜兴岳, 等. 磁共振弥散张量成像在弥漫性轴索损伤中的研究价值[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(5): 653-657.
- [18] 刘克君, 荆国杰, 姚晓腾, 等. 弥散张量成像诊断弥漫性轴索损伤的敏感性及其意识状态的研究[J]. 中华神经医学杂志, 2013, 12(9): 944-946.
- [19] 庄步峰, 王洪财, 段志新, 等. 弥散张量成像对弥漫性轴索损伤的定量研究[J]. 神经损伤与功能重建, 2012, 7(2): 124-128.
- [20] 卢海涛, 邢 伟, 陈 杰, 等. 联合 SWI 及 DTI 对急性、亚急性弥漫性轴索损伤的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2012, 31(8): 1077-1081.
- (2014-10-06 收稿, 2014-11-09 修回)

