

·论 著·

MRI 常规序列、DWI 及 SWI 在脑外伤 DAI 病灶及微出血病灶诊断中的应用价值

王东煜 王小娜 吴加满 陈永省 罗小平 谢燊侠

[摘要] **目的** 探究 MRI 常规序列、弥散加权成像(DWI)及磁敏感加权成像(SWI)对脑外伤所致弥漫性轴索损伤(DAI)病灶及其微出血病灶的诊断价值。**方法** 选择因脑外伤导致DAI合并微出血的57例患者作为研究对象,所有患者均在入院后即可完成MRI常规序列、DWI、SWI等序列扫描检查。分析各序列检查DAI病灶的信号特征及分布情况,对比各序列对不同分布区域DAI病灶以及微出血病灶、水肿性病灶的检出情况。**结果** DAI病灶主要分布在基底节、胼胝体、丘脑、深部白质区、脑干和皮髓质交界区。SWI、DWI的DAI病灶总检出率均明显高于T1WI、T2WI,差异有统计学意义(χ^2 分别=357.06、174.96、236.47、84.30, P 均 <0.05)。SWI对微出血病灶的检出数目明显多于DWI、T1WI和T2WI(χ^2 分别=345.21、307.75、234.92, P 均 <0.05),DWI对水肿性病灶的检出数目明显多于SWI、T1WI和T2WI(χ^2 分别=159.04、45.83、145.46, P 均 <0.05)。**结论** DWI序列和SWI序列与常规MRI序列相比,能够明显提升DAI病灶的检出率。SWI序列在检出微出血病灶上的敏感性优于DWI序列,DWI序列则在检出单纯水肿性病灶方面更具优势。

[关键词] 脑外伤; 弥漫性轴索损伤; 微出血灶; 磁共振成像; 弥散加权成像; 磁敏感加权成像

Application value of conventional MRI sequence, DWI and SWI in the diagnosis of cerebral DAI and trauma microbleeds lesions WANG Dongyu, WANG Xiaona, WU Jiaman, et al. Department of Radiology, Wenzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wenzhou 325000, China.

[Abstract] **Objective** To research the diagnostic value of conventional MRI sequence, diffusion-weighted imaging (DWI) and susceptibility weighted imaging (SWI) in diffuse axonal injury (DAI) and microbleeds lesions caused by brain injury. **Methods** Totally 57 patients with DAI complicated with microbleeds due to brain trauma were selected as the research objects. All patients were able to complete MRI conventional sequence, DWI, SWI sequence scanning after admission. The signal characteristics and distribution of DAI lesions were analyzed, and the detection of DAI lesions in different distribution areas, microbleeds lesions, and edema lesions were compared. **Results** DAI lesions were mainly distributed in basal ganglia, corpus callosum, thalamus, deep white matter area, brain stem and corticomedullary junction area. The detection rate of DAI by SWI and DWI was significantly higher than that by T1WI and T2WI ($\chi^2=357.06, 174.96, 236.47, 84.30, P<0.05$). The number of microbleeds lesions detected by SWI was significantly more than by of DWI, T1WI, and T2WI, and the number of edema lesions detected by DWI was significantly more than by of SWI, T1WI, and T2WI, the differences were statistically significant ($\chi^2=345.21, 307.75, 234.92, 159.04, 45.83, 145.46, P<0.05$). **Conclusion** Compared with conventional MRI sequence, DWI sequence and SWI sequence can significantly improve the detection rate of DAI lesions. SWI sequence is more sensitive than DWI sequence in detecting microbleeds lesions, while DWI sequence has more advantages in detecting simple edema lesions.

[Key words] brain trauma; diffuse axonal injury; microbleeds lesions; magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging; susceptibility weighted imaging

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2022.004.004

基金项目:浙江省卫生厅项目(2017KY632)

作者单位:325000 浙江温州,温州市中医院放射科(王东煜、王小娜、吴加满、陈永省、罗小平), 神经外科(谢燊侠)

弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)主

要是由于外伤对脑组织产生的剪切力而导致神经轴索断裂和小血管撕裂^[1,2]。DAI患者的临床症状较重,可出现持续性昏迷甚至死亡,早期诊断对于DAI患者的临床治疗及预后恢复都具有重要意义。

常规MRI序列和CT检查是脑外伤患者的常见检查手段,然而DAI患者由于病灶微小而容易漏诊^[3]。随着弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)在MRI检查中应用逐渐增多,DAI病灶的检出率显著提高。DWI具有成像迅速、敏感性高等优势,能够更加快速、精准地显示DAI病灶周围水肿,对于无出血的单纯水肿具有独特的诊断价值^[4]。SWI则能够清晰显示常规MRI序列遗漏的微出血病灶,是检出微出血病灶的最有效方法^[5]。本次研究对DAI患者的MRI常规序列、DWI序列和SWI序列的检查结果进行分析、比较,旨在探讨MRI常规序列、DWI及SWI在脑外伤DAI病灶和微出血病灶诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2019年10月至2021年1月

温州市中医院收治的因脑外伤导致DAI合并微出血的57例患者作为研究对象,其中男性31例、女性26例;年龄12~76岁,平均年龄(41.28±5.29)岁。致伤原因:车祸伤26例、高处坠落伤17例、跌伤8例、其他原因6例。格拉斯哥昏迷评分3~15分,其中3~8分者29例、9~12分者21例、13~15分者7例。纳入标准为:①存在明显脑外伤;②伤后即可出现昏迷或意识性障碍等症状,时间>6h;③均在我院接受MRI常规序列、DWI、SWI等序列扫描检查^[6]。排除标准为:①既往有神经系统病史;②心、肝、肺、肾等重要脏器合并严重器质性病变或其他严重损伤;③脑外伤后有脑水肿性颅内压升高或颅内血肿意识障碍;④其他原因引起的意识功能障碍;⑤存在MRI检查禁忌证^[7]。本次研究经我院伦理委员会审核批准,所有患者均知情并签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者在外伤后行MRI检查,检查仪器为美国GE公司的Discovery MR 750w 3.0T超导磁共振扫描仪,8通道头部相控阵线圈,对所有患者行MRI常规序列(T1WI、T2WI)、DWI序列和SWI序列的全脑扫描,扫描参数见表1。

表1 各序列的扫描参数

序列	TR/ms	TE/ms	层厚/mm	层间距/mm	激励次数	翻转角/°	FOV	矩阵	b/s/mm ²
T1WI	400	12	6.0	1.2	1	—	24 cm × 24 cm	256 × 256	—
T2WI	3600	80	6.0	1.2	2	—	24 cm × 24 cm	256 × 256	—
DWI	2410	90	5.6	1.0	1	—	24 cm × 24 cm	256 × 256	0、1000
SWI	30	20	1.8	0	1	15	24 cm × 24 cm	256 × 256	—

1.3 图像处理及分析 所有图像均传送至GE AW 4.7工作站中,通过Functool软件进行后期处理和分析。DWI图像经软件计算出表观扩散系数,采集的SWI原始图像自动计算出幅度图和相位图,之后经工作站进行最小信号强度投影法重建得出最终SWI图像。所有阅片分析工作均由我院两名经验丰富的影像学医师采用双盲法进行,分析内容包括:病变部位、范围、数目、大小、形态及各序列的信号特点。阅片意见不一致时,由两名医师共同协商给出一致意见。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0软件进行分析处理,计数资料采用百分数表示,两组间数据比较采用 χ^2 检验,两两比较采用 χ^2 分割检验。设 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 共检出371处DAI病灶,其分布区域主要为基底节、胼胝体、丘脑、深部白质区、脑干和皮髓质交界区。MRI各序列对不同分布区域DAI病灶的检出情况见表2

表2 MRI各序列对不同分布区域DAI病灶的检出率比较

序列	基底节/处	胼胝体/处	丘脑/处	深部白质区/处	脑干/处	皮髓质交界区/处	合计	总检出率/%
T1WI	7	8	6	8	6	58	93	25.07
T2WI	16	19	15	29	13	91	183	49.33
DWI	24	22	20	31	22	183	302	81.40*#
SWI	28	23	21	38	25	211	346	93.26*#

注:*,与T1WI比较, $P<0.05$;#,与T2WI比较, $P<0.05$ 。

由表2可见,SWI、DWI的DAI病灶总检出率均明显高于T1WI、T2WI,差异有统计学意义(χ^2 分别=357.06、174.96、236.47、84.30, P 均 <0.05)。

2.2 MRI各序列对微出血病灶、水肿性病灶的检出数目见表3

表3 MRI各序列对微出血病灶、水肿性病灶的检出数目比较/个

序列	微出血病灶	水肿性病灶
T1WI	19*	74 [#]
T2WI	31*	152 [#]
DWI	58*	244
SWI	265	81 [#]

注:*:与SWI比较, $P<0.05$;#:与DWI比较, $P<0.05$ 。

由表3可见,SWI对微出血病灶的检出数目明显多于DWI、T1WI和T2WI(χ^2 分别=345.21、307.75、234.92, P 均 <0.05),DWI对水肿性病灶的检出数目明显多于SWI、T1WI和T2WI(χ^2 分别=159.04、45.83、145.46, P 均 <0.05)。

2.3 MRI各序列中DAI病灶的信号特点见封二图1

由封二图1A、封二图1B可见,DAI微出血病灶T1WI、T2WI均呈现多样性信号,部分信号混杂。急性期主要是等T1、T2的低、稍高信号;亚急性期早期以短T1、T2高信号为主,中晚期以短T1、长T2信号为主,慢性期以长T1、T2囊性信号或长T1、短T2信号为主。由封二图1C可见,DWI序列在急性期呈现低信号,超急性期呈现高信号,亚急性期早期呈现低信号或边缘高信号、内部低信号,亚急性期中晚期以高信号为主,慢性期以低信号为主。由封二图1D可见,SWI序列在急性期、亚急性期和慢性期均呈现低信号。

由封二图1A可见,DAI水肿性病灶T1WI序列呈现不均匀等信号或稍低信号。由封二图1B、封二图1C可见,T2WI和DWI呈现高信号,由封二图1D可见,SWI序列呈现高信号或边缘高信号、内部低信号。

3 讨论

DAI是在外力作用下引起的以广泛性的神经轴索断裂为特征的严重脑损伤。脑组织在外力作用下以不同的加速度运动对神经纤维产生剪切力^[8,9],从而造成轴索和微小血管断裂,微小血管周围通常会出现弥散性肿胀和间隙增宽。DAI的临床表现不具有特异性,临床上主要采用影像学手段,根据其

间质水肿、出血等征象进行鉴别诊断^[10]。然而,常规MRI序列在诊断DAI中难以发现轻微水肿和微出血病灶,在临床诊断DAI上存在一定的局限性。

近年来,DWI、SWI技术已逐步应用于DAI病灶的临床诊断中,使DAI病灶的诊断准确率得到明显提升。据报道,DWI可最快在缺血后2~7 min发现病灶,几乎与脑组织发生细胞内水肿的时间同步^[11,12]。SWI是一种反映组织间磁敏感性差异的成像技术,具有高分辨率、高信噪比等特点,能够发现常规MRI序列不能显示或遗漏的微小病灶,能够更加敏感地发现出血性病灶^[13]。本次研究中,DAI病灶主要分布在基底节、胼胝体、丘脑、深部白质区、脑干和皮髓质交界区,与既往研究结果基本一致。SWI、DWI的DAI病灶总检出率均明显高于T1WI、T2WI,在一定程度上体现了DWI、SWI在早期诊断DAI上的应用价值。

DWI的成像原理是水分子的扩散运动,根据其受限程度进行成像^[14]。DAI发生后,脑细胞水肿可导致脑部血液的灌注量明显降低,脑细胞在缺氧状况下出现能量代谢障碍,抑制了钾、钠ATP酶的活性,导致水分子在细胞外间隙的弥散能力下降,因而在DWI序列中表现为高信号^[15]。本次研究中,DWI序列检出水肿性病灶比例明显高于SWI、T1WI、T2WI,说明DWI在检出水肿性病灶上具有明显优势。

DAI发生后,脑微小血管的出血、断裂导致脱氧血红蛋白、正铁血红蛋白以及含铁血黄素等顺磁性物质在脑实质中沉积^[16]。血细胞的这些分解产物可导致脑内局部磁场不均匀而产生相位差异,SWI利用血液中血红蛋白和其他物质与铁代谢产物产生的磁敏感性差异进行成像^[17],能够极为敏感地检测出由脑内局部磁场不均匀而产生细微相位差异,进而清晰显示脑内微出血病灶,且不受创伤后时间窗的限制,在诊断DAI中价值较高^[18,19]。本次研究结果发现:微出血病灶在SWI序列中多表现为多发性斑点状、斑片状低信号,病灶大小不一,散在分布,部分病灶边缘可见高信号水肿带。SWI对微出血病灶检出数明显高于DWI、T1WI、T2WI,说明了SWI在检出DAI微出血病灶中巨大优势。

综上所述,SWI序列和DWI序列在诊断DAI病灶的检出情况优于常规MRI序列。其中,SWI序列在检出微出血病灶上的敏感性优于DWI序列,DWI序列则在检出单纯水肿性病灶方面更具优势。二

者联合能够弥补各自的不足,从而提高DAI病灶的检出率。

参考文献

- 1 陈宋育,董艳,高亮.弥漫性轴索损伤的诊断、预后评估和治疗进展[J].中华创伤杂志,2020,36(5):463-469.
- 2 Bansal M, Sinha VD, Bansal J. Diagnostic and prognostic capability of newer magnetic resonance imaging sequences in diffuse axonal injury patient[J]. Asian J Neurosurg, 2018, 13(2):348-356.
- 3 余光权,苏显球,张杰,等.128层螺旋CT和磁共振的弥散加权成像-磁敏感加权成像序列检查对弥漫性轴索损伤诊断价值的研究[J].实用医学影像杂志,2020,21(2):149-150.
- 4 黄锦文,曹志坚,许茂盛.MR弥散加权成像检出脑微出血的临床应用价值[J].浙江医学,2021,43(2):197-200.
- 5 纪志英,刘宏伟,秦昕东.磁共振SWI在诊断脑血管病微出血灶中的应用价值[J].医学影像学杂志,2021,31(3):375-378.
- 6 李民涛,贾竹亭,窦连峰,等.弥漫性轴索损伤102例预后及相关因素分析[J].天津医药,2019,47(1):63-66.
- 7 谢鹏,董鑫,汪军,等.MRI对弥漫性轴索损伤的诊断及预后评估[J].中国中西医结合影像学杂志,2019,17(4):351-355.
- 8 吴爱军,杨爱莲,高海峰.CT与MRI在弥漫性颅脑轴索损伤诊断中的应用价值评价[J].贵州医药,2020,44(2):290-292.
- 9 浦智韬,李殿胜,金中高,等.磁敏感加权成像联合弥散加权成像诊断脑弥漫性轴索损伤的应用[J].浙江创伤外科,2021,26(2):343-345.
- 10 张慧.磁共振成像在弥漫性颅脑轴索损伤鉴别诊断中的应用研究[J].中国药物与临床,2019,19(6):906-908.
- 11 明小春,龙世亮,梁永升,等.常规MRI联合DWI及SWI在脑弥漫性轴索损伤中的应用价值[J].广东医学,2018,39(S1):88-90.
- 12 罗伟,姚景江,张亚林.多序列MRI评估脑外伤微出血及弥漫性轴索损伤[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1446-1449.
- 13 常慧贤,李彩霞,管立威.磁共振敏感加权成像对颅内微出血性疾病的鉴别诊断价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(12):18-21.
- 14 Ferrazzano PA, Rosario BL, Wisniewski SR, et al. Use of magnetic resonance imaging in severe pediatric traumatic brain injury: Assessment of current practice[J]. J Neurosurg Pediatr, 2019, 23(4):471-479.
- 15 陈鹏,李瑞雄,卢伟娟,等.多模式磁共振检查对急性脑出血患者的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(10):8-10,28.
- 16 黎学兵.应用磁共振敏感加权序列诊断缺血性脑卒中微出血的临床价值初探[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(10):11-13.
- 17 付晓莉.磁共振成像常规序列与磁敏感加权成像序列对脑微出血的诊断价值比较[J].实用医学影像杂志,2020,21(2):152-153.
- 18 罗伟,姚景江,张亚林.多序列MRI评估脑外伤微出血及弥漫性轴索损伤[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1446-1449.
- 19 邵雪非,刘清祥,方新运,等.MRI检查中SWI和DTI序列对弥漫性轴索损伤诊断和预后评价的作用[J].中华创伤杂志,2018,34(8):711-716.

(收稿日期 2022-01-12)

(本文编辑 葛芳君)