

论 著

磁共振SWI技术在弥漫性轴索损伤患者诊治中的应用

青海红十字医院放射科 (青海 西宁 810000)

甘郑宁* 马梦雪

【摘要】目的 探究磁敏感加权成像技术(SWI)在弥漫性轴索损伤(DAI)中的应用价值。方法 选择2017年3月至2019年1月我院收治的DAI患者作为研究对象,所有患者均行常规MRI扫描及SWI扫描,比较各序列对DAI的检出率,分析SWI检出DAI数量与格拉斯哥昏迷(GCS)评分的相关性。结果 SWI序列病灶检出率显著高于T₁WI、T₂WI、FLAIR、DWI序列($P<0.05$);DAI信号灶在T₁WI上急性期表现为略高信号或等信号,亚急性期为高信号;T₂WI及FLAIR序列急性期表现为低或等信号,亚急性期为高信号;DWI序列下急性期病灶多表现为不均匀高信号;DAI信号灶在磁矩图上表现为低信号,相位图上为高信号,SWI及Min IP图表现为低信号;各部位DAI出血灶数目与GCS评分呈负相关($P<0.05$)。结论 SWI序列可较好显示DAI病灶,与常规MRI序列相比,对病灶的检出效果更好。

【关键词】弥漫性轴索损伤;磁敏感加权成像;磁共振扫描

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.07.008

Application of Magnetic Resonance SWI Technique in the Diagnosis and Treatment of Patients with Diffuse Axonal Injury

GAN Zheng-ning*, MA Meng-xue.

Department of Radiology, Qinghai Red Cross Hospital, Xining 810000, Qinghai Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of susceptibility weighted imaging (SWI) in diffuse axonal injury (DAI). **Methods** Patients with DAI admitted to the hospital from March 2017 to January 2019 were selected as subjects. All patients underwent routine MRI scan and SWI scan. The detection rates of DAI were compared between the sequences and the correlation between the number of DAI detected by SWI and Glasgow coma scale (GCS) scores was analyzed. **Results** The detection rate of lesions by SWI sequences was significantly higher than that by T₁WI, T₂WI, FLAIR or DWI ($P<0.05$). The DAI signal showed slightly higher signal or equal signal on T₁WI, and showed high signal in the subacute phase. T₂WI and FLAIR sequences showed low or equal signal in the acute phase and high signal in the subacute phase. Lesions in acute phase showed uneven high signal on DWI. DAI signal showed low signal on the magnetic moment diagram and high signal on the phase map. SWI and Min IP images showed low signal. The number of DAI hemorrhage at each site was negatively correlated with GCS score ($P<0.05$). **Conclusion** SWI sequences can better display DAI lesions, and the detection of lesions is better than conventional MRI sequences.

Keywords: Diffuse Axonal Injury; Susceptibility Weighted Imaging; Magnetic Resonance Scanning

弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)是颅内损伤的重要类型,占重型颅脑损伤的20~50%,仅次于急性硬膜下血肿,也是颅脑损伤患者死亡、重残及植物生存的常见原因^[1]。目前临床上多采用格拉斯哥昏迷评分对颅脑损伤患者进行病情评估,但DAI临床表现无明显神经定位特征,且昏迷时间长,可伴有瞳孔变化、血压、呼吸等生命体征的变化,死亡发生率较高,因此根据临床症状较难对DAI患者做出准确诊断及评价,导致DAI的早期漏诊,影响后期治疗及预后^[2-3]。近年来,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在脑外伤中的应用逐渐增多,不同序列对不同脑外伤病变诊断价值有一定差异^[4]。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是利用组织间磁敏感差异进行对比成像的技术,是目前显示脑内出血最为敏感的序列^[5]。本研究将SWI应用于DAI的诊断中,并与常规序列的诊断价值进行比较,旨在为DAI的诊断及预后判断提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2017年3月至2019年1月我院收治的DAI患者作为研究对象。纳入标准:有明确颅脑外伤史;MR检查可在双侧大脑半球、小脑、脑干发现出血或非出血性病灶;临床诊断为DAI;外伤后存在昏迷状况,神经定位体征不明确;资料完整。排除标准:既往存在脑出血、脑梗死、脑血管畸形、脑部肿瘤、痴呆等中枢神经系统疾病者;既往有颅脑手术史者;影像学检查质量欠佳者。

符合上述标准患者共71例,其中男42例,女29例;年龄20~45岁,中位年龄32岁;致伤原因:车祸伤38例,高处坠落伤18例,重物砸伤9例,击打伤6例;入院格拉斯哥昏迷(GCS)评分^[6]:3~5分者39例,6~8分者18例,9~12分者14例;所有患者伤后7d内均行MRI常规扫描及SWI检查。

1.2 方法 检查前详细告知检查过程,保证处于平静状态,不能配合检查者注射镇静剂。

检查方法:采用德国西门子Skyrs 3.0T磁共振扫描仪进行检查,检查线圈为8通道头部相控阵线圈,扫描范围为颅底至颅顶。进行常规扫描序列及SWI扫描,

【第一作者】甘郑宁,男,主治医师,主要研究方向:神经医学影像。E-mail: gzhn1201@126.com

【通讯作者】甘郑宁

常规扫描序列：(1) T_1WI TR/TE 250ms/2.48ms；层厚/层距 5mm/1mm；FOV 24cm×24cm；矩阵 256×256。(2)快速自旋回波 T_2WI ：TR/TE 4000ms/96ms；NSE 2；层厚/层距 5mm/1mm；FOV 24cm×24cm；矩阵 256×256。(3)液体衰减反转恢复序列(FLAIR)：TR/TE 6000ms/94ms；NSE 2；层厚/层距 5mm/1mm；FOV 24cm×24cm；矩阵 256×256。(4)扩散加权成像(DWI)：TR/TE 200ms/102ms；NSE 1；层厚/层距 5mm/1mm；FOV 24cm×24cm；矩阵 128×128；b值为0、1000s/m²。SWI序列：TR/TE 32ms/20ms；NSE 0.75；翻转角 20°；层厚 2mm；FOV 24cm×24cm；矩阵 448×384，带宽 41.67。

图像后处理：SWI序列扫描后采集相位数据及磁矩数据，对相位数据进行高通滤波，得到校正相位图；进一步进行相

位蒙片，将相位蒙片与磁矩图进行加权叠加，得到SWI图；对SWI图进行最小强度投影，得到minIP图。

图像分析：由两名副主任医师盲法阅片，总结各序列中DAI病灶特点、数目、大小、形态及信号，记录各序列检查DAI病灶的数据及在脑内区域的分布。

1.3 统计学分析 采用SPSS 20.0进行统计学分析，不同序列检出病灶情况采用 χ^2 检验，病灶数目与GCS评分的相关性采用Spearman相关性分析，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 各序列对DAI病灶检出情况分析 SWI序列病灶检出率显著高于 T_1WI 、 T_2WI 、FLAIR、DWI序列($P<0.05$)。各序列检查病灶个数及分布详见表1。

表1 各序列对DAI病灶检出情况分析

序列	皮髓质交界	额颞顶枕白质	基底节区	胼胝体	脑干	小脑半球	合计
T_1WI	78	66	23	18	5	3	193
T_2WI	127	85	10	6	8	2	238
FLAIR	222	124	45	32	10	5	438
DWI	188	74	55	32	8	3	360
SWI	289	214	124	44	29	17	717

2.2 DAI在不同MRI序列表现 MRI常规序列表现：DAI信号灶表现为小片状或点状信号， T_1WI 上急性期表现为略高信号或等信号，亚急性期为高信号； T_2WI 及FLAIR序列急性期表现为低或等信号，亚急性期为高信号；DWI序列下急性期病灶多表现为不均匀高信号。

SWI序列特点：DAI信号灶在磁矩图上表现为低信号，相位图上为高信号。SWI及Min IP图表现为低信号，部分病灶可融合成片；皮髓质交界处呈点状或线状，白质、小脑部位病灶呈串珠样，基底节、胼胝体及脑干呈斑片状。部分病例影像学表现详见图1。

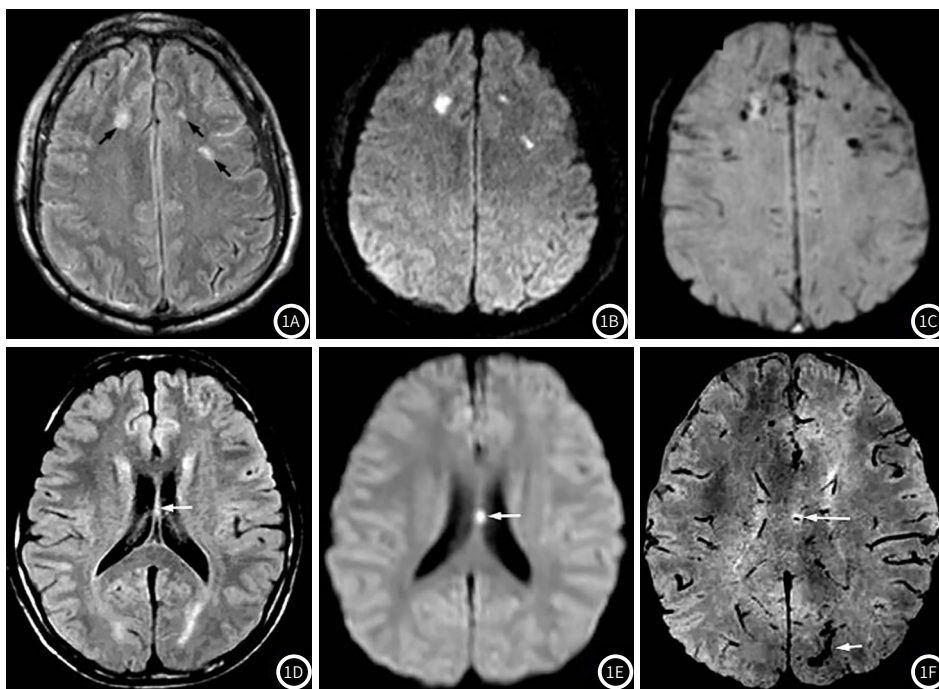


图1 DAI在不同MRI序列表现。图1A~图1C：FLAIR序列及DWI显示额叶3点处存在点状高信号影；SWI扫描可见双侧额叶多发斑点状低信号影，病灶数目多于其他序列。图1D~图1F：FLAIR序列显示胼胝体底部高信号灶，SWI显示胼胝体底部结节状高信号；SWI显示胼胝体点状出血灶伴周围轻度环形水肿，另外左侧辐射多发点状出血灶。

2.3 不同部位出血灶数目与GCS的相关性

各部位DAI出血灶数目与GCS评分呈负相关($P<0.05$), 详见表2。

表2 不同部位出血灶数目与GCS的相关性分析

部位	r	P
表浅	-0.658	0.007
深部	-0.748	0.002
后颅窝	-0.745	0.001
全脑	-0.698	0.001

3 讨论

DAI的产生多为脑部遭受旋转外力所致, 外力作用下头部出现急剧旋转及剪束运动, 颅内灰白质质量差异使其运动速度不一, 在脑内产生一定剪应力, 造成神经轴索的断裂及毛细血管的撕裂, 引发局灶性微出血^[7]。尽管病理上DAI为非出血性病灶, 但因病灶产生周围多伴有血管的损伤, 表现为病灶外的弥漫性渗血, 这一病理改变在常规影像学检查中较难明确诊断^[8]。既往研究表明, 伴有出血的DAI病灶预后更差, 因此通过观察DAI病灶出血灶可一定程度判断病情严重程度, 指导临床治疗并预测预后。MRI是常见的软组织检查方法, 可进行轴位、矢状位、冠状面等多方位成像, 其中矢状位扫描图像可显示脑干及胼胝体的形态, 加之MRI不受颅骨伪影的影响, 可更为清楚地显示脑干、后颅窝、胼胝体等部位的病灶^[9]。MRI具有多种成像序列, DAI在不同序列上的表现形式及成像效果存在一定差异。T₁WI、T₂WI上表现为脑实质内脑出血灶, 可因外伤时间差异而有所不同; DWI是基于细胞分析水平运动状态的技术, 可对组织的弥散差异形成图像对比。既往研究认为DWI检测颅脑创伤的缺点在于出血后局部磁场不均可能出现系列伪影, 影响对出血灶的判断^[10], 本研究结果也显示DWI对DAI的检出率不及其他序列。FLAIR是通过抑制脑脊液信号, 避免脑脊液产生容积效应及伪影干扰, 从而提高与周围组织的对比度, 提高阳性检出率^[11], 本研究结果也显示, 常规序列中, FLAIR对DAI的检出率最高。

SWI是一种三维、完全流动补偿、高分辨率的梯形回波序列, 可产生磁矩图及相位图, 并将两者融合得到SWI图, 通过最小强度投影得到Min IP图。SWI序列同时产生磁矩数据及相位数据, 尽管相位图已能较为直观显示磁敏感对比性, 但其可受组织内部及周围组织相位的影响, 而通过进一步处理得到相位蒙片并与磁矩图融合叠加, 可进一步提高图像的信噪比, 另外最小强度投影得到的Min IP图, 可较大程度显示矢相位区域低信号, 提高对磁效应差异的敏感性^[12]。血红蛋白代谢产物均为顺磁性物质, 在SWI序列下, 这些物质可出现明显信号强度下降, 而SWI具有高空间分辨率特点, 即使是较为微量的出血灶也可敏感地检测出来, 因此SWI对顺磁性血红蛋白产物的显示较其他MRI序列更可靠^[13]。本研究结果显示, SWI序列发现的病灶数量显著多于其他序列, 也提示SWI序列可发现更多DAI病灶。另外, 本研究也显示, SWI检出DAI病灶数量与GCS呈现负相关关系, 分析其原因, 一方面, DAI数量及体积与脑组织损伤、胶质增生程度相关, 更多的SWI意味着颅脑损伤越

严重; 另一方面, 出血灶可继发性侵蚀血脑屏障及微循环系统, 引发脑组织肿胀, 降低部分血管灌流区血流量, 引发缺血性脑损伤, 且出血后血液裂解产物可释放有害物质进一步加重对血管的损伤, 因此, SWI序列检出DAI的数量可能也可作为评估患者病情的重要参考指标^[14]。

综上, SWI序列可较好显示DAI病灶, 较常规MRI序列比较, 对病灶的检出效果更好。另外, SWI检出病灶数目与临床GCS评分呈负相关, 临床上可将其作为疾病程度诊断及预后预测的参考依据。

参考文献

- [1] Abu H S, Marklund N, Lannsj M, et al. Extended anatomical grading in diffuse axonal injury using MRI - Hemorrhagic lesions in the substantia nigra and mesencephalic tegmentum indicate poor long-term outcome[J]. J Neurotrauma, 2017, 34 (2): 341-352.
- [2] Yassin W, Callahan B L, Ubukata S, et al. Facial emotion recognition in patients with focal and diffuse axonal injury[J]. Brain Injury, 2017, 31 (5): 1-7.
- [3] 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.
- [4] Ehler J, Barrett L K, Taylor V, et al. Translational evidence for two distinct patterns of neuroaxonal injury in sepsis: a longitudinal, prospective translational study[J]. Crit Care, 2017, 21 (1): 262.
- [5] Li W. Application of susceptibility weighted imaging in the identification of hemorrhagic diffuse axonal injury[J]. Fa Yi Xue Za Zhi, 2017, 33 (4): 376-379.
- [6] Nik A, Sheikh Andalibi M S, Ehsaei M R, et al. The Efficacy of Glasgow Coma Scale (GCS) Score and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II for Predicting Hospital Mortality of ICU Patients with Acute Traumatic Brain Injury[J]. Bull Emerg Trauma, 2018, 6 (2): 141-145.
- [7] 张丽君, 周昊, 邱妮妮. 早期弥漫性轴索损伤患者CT影像特点与预后危险因素分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (9): 25-27.
- [8] 马连菊, 张郡, 刘迎军. 磁共振弥散张量成像在弥漫性轴索损伤的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16 (4): 22-24.
- [9] 尹春红, 李玉华, 李伟凯, 等. 弥漫性轴索损伤磁敏感加权成像的实验研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22 (4): 374-378.
- [10] Ljungqvist J, Nilsson D, Ljungberg M, et al. Longitudinal changes in diffusion tensor imaging parameters of the corpus callosum between 6 and 12 months after diffuse axonal injury[J]. Brain Injury, 2017, 31 (3): 344-350.
- [11] 许开喜, 陈新建, 左涛生, 等. FLAIR与SWI大脑中动脉血管征对急性缺血性脑卒中诊断价值研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28 (9): 609-613.
- [12] 陈新坚, 程传虎, 肖俊强, 等. 磁共振磁敏感成像在弥漫性轴索损伤中的临床应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14 (8): 96-98.
- [13] Richard S, De M A, Ademola A. Retrospective analysis of the first year of an elite sports multidisciplinary complex concussion service in the UK[J]. Br J Sports Med, 2017, 51 (11): A35-A36.
- [14] 韩艳红, 史大鹏, 王梅云, 等. MR高分辨磁敏感加权成像在颅脑弥漫性轴索损伤中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27 (5): 662-665.

(收稿日期: 2019-04-25)