

论 著

## 磁共振磁敏感成像在弥漫性轴索损伤中的临床应用研究\*

1. 广东省惠州市第一人民医院放射科 (广东 惠州 516003)

2. 广东省惠州市第一人民医院神经外科 (广东 惠州 516003)

陈新坚<sup>1</sup> 程传虎<sup>1</sup> 肖俊强<sup>1</sup>  
黄旭东<sup>1</sup> 李王安<sup>2</sup> 钟兰生<sup>1</sup>  
汪欣<sup>1</sup> 赖海辉<sup>1</sup>

**【摘要】目的** 研究磁共振敏感成像(SWI)在弥漫性轴索损伤(DAI)诊断及预后评估中的应用价值。**方法** 收集我院2012年7月-2015年12月收治的50例DAI患者,均作MRI常规平扫及SWI扫描,入院后所有患者均作格拉斯哥昏迷评分(GCS),分析SWI对DAI诊断价值,评估其与GCS评分的相关性。**结果** DAI出血性病灶MR常规序列呈低信号或等信号,SWI低信号;病变附近有环样水肿带,T1WI低信号,T2WI、FLAIR序列、T2-FFE序列高信号,病灶形态不规则、大小不等。SWI序列共检出DAI病灶681个,高于MR常规各序列;SWI检出病灶总体积明显大于T2-FFE,对比差异有统计学意义( $P<0.05$ );SWI序列检出病灶数目及病灶总体积均与GCS评分呈负相关( $r=-0.823$ 、 $-0.766$ ,  $P<0.05$ )。**结论** SWI序列可检出更多DAI病灶,其所见DAI病灶数目、体积与GCS评分呈负相关,与预后密切相关。

**【关键词】** 弥漫性轴索损伤; 磁共振; 磁敏感加权成像; 预后

**【中图分类号】** R651.15

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 2013年惠州市科技计划项目(医疗卫生第一批)立项项目(2013Y058)

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.08.032

通讯作者:程传虎

## Clinical Application of Susceptibility Weighted Imaging in Diffuse Axonal Injury\*

CHEN Xin-jian, CEHNG Chuan-hu, XIAO Jun-qiang, et al., Department of Radiology, The First People's Hospital of Huizhou, Huizhou 516003, Guangdong Province, China

**[Abstract] Objective** To study the application value of susceptibility weighted imaging (SWI) in the diagnosis and prognostic evaluation of diffuse axonal injury (DAI). **Methods** 50 cases of DAI patients who admitted into our hospital between July 2012 and June 2015 were collected. All underwent routine MRI scan and SWI scan. Glasgow coma score (GCS) was performed in all patients after admission. The value of SWI in the diagnosis of DAI was analyzed and its correlation with GCS score was evaluated. **Results** MR routine sequence of DAI hemorrhagic lesions showed low signal or equal signal on T1WI and low signal on SWI. There was ring-like edema zone around lesions, low signal on T1WI, high signal on T2WI, FLAIR and T2-FFE. The shapes of lesions were uneven. SWI sequences detected a total of 681 DAI lesions, higher than those detected by MR routine sequences. The total volume of lesions detected by SWI was significantly larger than T2-FFE ( $P<0.05$ ). The number of lesions and the total volume of lesions detected by SWI were negatively correlated with GCS score ( $r=-0.823$ ,  $-0.766$ ,  $P<0.05$ ). **Conclusion** SWI sequences detected more DAI lesions. The number and volume of DAI lesions were negatively correlated with GCS score and correlated with the prognosis.

**[Key words]** Diffuse Axonal Injury; Magnetic Resonance Imaging; Magnetic Susceptibility Weighted Imaging; Prognosis

弥漫性轴索损伤(DAI, diffuse axonal injury)为严重性闭合性颅脑损伤,其有较高的致残率与死亡率,多由头部旋转加速运动产生剪应力所致神经纤维断裂所引起<sup>[1]</sup>。以往多认为仅重型颅脑损伤患者存在轴索损伤<sup>[2]</sup>,近年来较多报道证实,部分轻度颅脑外伤者亦可合并轴索损伤,且DAI早期无特异性体征及症状,临床诊断困难<sup>[3]</sup>。有研究表明,采用GCS评分可评估DAI患者病情严重程度,但其仍无法提供客观性依据,仅凭症状、体征难以确认患者脑损伤严重程度,可能造成误诊,延误其治疗<sup>[4]</sup>。近期有研究显示,SWI扫描对DAI较为敏感,可以更明确、更清晰、显示更多的轴索损伤病灶,与GCS评分有较好的一致性<sup>[5]</sup>。为分析SWI在DAI诊断及病情评估中的应用价值,我院对50例患者进行了研究,现报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集我院2012年7月~2015年12月收治的50例DAI患者。纳入患者均有明确颅脑外伤史,经临床诊断为DAI;有加速、减速或旋转暴力作用史,磁共振可见双侧大脑半球灰白质交界处、基底节区、深部脑白质、胼胝体、脑干或小脑直径 $<20\text{mm}$ 轴索损伤出血或非出血病灶。排除合并严重中枢神经系统疾病、长期慢性疾病者,排除有颅脑手术史者,排除依从性差者。其中男36例,女14例;年龄16~53岁,平均 $(31.6\pm 2.1)$ 岁;致伤原因:车祸31例,重物砸伤4例,击打伤4例,高空坠落11例;入院GCS评分:重型(3~8分)22例,中型(9~12分)11例,轻型(13~15分)17例。所有患者创伤后3h~15d

内均行常规MRI扫描及SWI序列扫描。

**1.2 GCS评分标准<sup>[6]</sup>** 以睁眼反应、言语反应、运动反应3个方面计分，睁眼反应包括正常睁眼、呼唤睁眼、刺痛睁眼、无睁眼，赋分分别为4分、3分、2分、1分；言语反应包括回答正确、回答错误、言语错乱、含糊不清及无反应，赋分分别为5分、4分、3分、2分、1分；运动反应包括按吩咐动作、可定位疼痛刺激、对刺痛可躲避、刺痛时肢体可屈曲、刺痛时肢体可过伸及无反应，赋分分别为6分、5分、4分、3分、2分、1分。

**1.3 检查方法** 采用飞利浦Achieva 1.5T超导型MRI扫描仪，8通道相控阵线圈，作MR常规序列及SWI序列扫描，自颅底扫描至颅顶。常规序列：快速自旋回波(TSE)T2WI、T1WI、梯度回波序列(T2-FFE)、液体衰减翻转恢复序列(FLAIR)、扩散加权成像(DWI)。扫描参数：层厚6mm，层间距1mm，矩阵256×256；T1WI：TR 500ms，TE 15ms；T2WI：TR 3600ms，TE 100ms；T2-FFE：TR 562ms，TE 23ms；FLAIR序列：TR 6000ms，TE 120ms，TI 2000ms；DWI：单次激发SE-EPI，TR 2579ms，TE 91ms，矩阵128×128，b值分别为0、1000s/mm<sup>2</sup>。SWI：TE34ms，TR24ms，翻转角10°，激励次数1，FOV 183mm×230mm，矩阵512×512，层数200，采集到的原始图像通过设备的SWI后处理软件进行做小强度投影重建，得到Min-IP图像。

**1.4 图像分析** 选2名高资历影像科医师在未知GCS评分前提下观察MR常规序列、SWI图像，观察病灶分布部位、数目、形态、大小、信号。图像传输至工作站，

测定病灶体积，取均值，分析SWI检出病灶体积、数量与GCS评分相关性。

**1.5 统计学分析** SPSS18.0软件处理数据，计量资料t检验，计量资料 $\chi^2$ 检验，GCS与SWI图像相关性分析采用Spearman检验， $\alpha=0.01$ ， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 磁共振信号特点** DAI出血性病灶在MR常规扫描序列一般呈低信号或等信号，SWI可见明显低信号；大病变附近可见环样水肿带，T1WI呈低信号，T2WI、FLAIR序列、T2-FFE序列均呈高信号，SWI呈稍高或等信号；病灶形态不规则、大小不均匀，以斑点状、针尖状、结节状、类圆形为主，部分排列呈串珠状或融合成片，直径3-19mm。50例DAI患者中，5例为非出血性病灶，T2WI、FLAIR序列、DWI、T2-FFE序列呈高信号，T1WI呈低信号，SWI序列呈高信号或等信号；12例并硬膜下血肿，8例伴硬膜外血肿，23例并蛛网膜下腔出血，15例合并脑挫裂伤，10例伴颅骨骨折。

**2.2 不同MR序列检出DAI各部位病灶数量** MR常规序列中，以T2-FFE检出病灶数目最多，为503

个，其次为DWI，SWI序列共检出DAI病灶681个，SWI序列检出病灶数目优于T2-FFE及其他MR常规各序列，见表1。

**2.3 T2-FFE序列与SWI序列检出病灶总体积对比** SWI检出病灶总体积明显大于T2-FFE，不同序列对比差异有统计学意义( $t=13.801$ ， $P<0.05$ )，T2-FFE病灶总体积( $1321.16\pm 380.54$ )mm<sup>3</sup>，SWI病灶总体积( $2064.63\pm 1151.33$ )mm<sup>3</sup>。

**2.4 SWI序列所见病灶数量、体积与入院GCS评分相关性** SWI序列检出病灶数目及病灶总体积均与GCS评分呈负相关，见表2。

**2.5 典型病例分析** 见图1-6。

## 3 讨论

DAI为头部损伤复杂性病理改变。轴索损伤由惯性力引起，初期由头部旋转力运动损伤所致，出现亚细胞变型及结构变化，继发性离子通道发生改变；剪应力先作用于轴索膜，改变其通透性，随后钙离子持续性内流，激活钙蛋白酶，介导构成轴突细胞骨架结构的蛋白水解，导致轴突运输中断，出现继发性轴突断裂，可伴有小血管的撕裂引起微小出血<sup>[6]</sup>。DAI多由交通事故所致，创

表1 不同MR序列检出DAI各部位病灶数量(n, 个)

序列	基底节区	皮髓质交界区	胼胝体	额颞顶枕白质	脑干	小脑半球	合计
T1WI	16	82	38	22	7	2	167
T2WI	23	131	45	25	9	2	235
T2-FFE	34	250	68	130	13	8	503
FLAIR	25	168	48	33	10	3	287
DWI	30	198	50	63	11	3	355
SWI	50	330	98	168	20	15	681

表2 SWI序列所见病灶数量、体积与入院GCS评分相关性

变量	r值	P值
病灶数目	-0.823	<0.05
体积	-0.766	<0.05

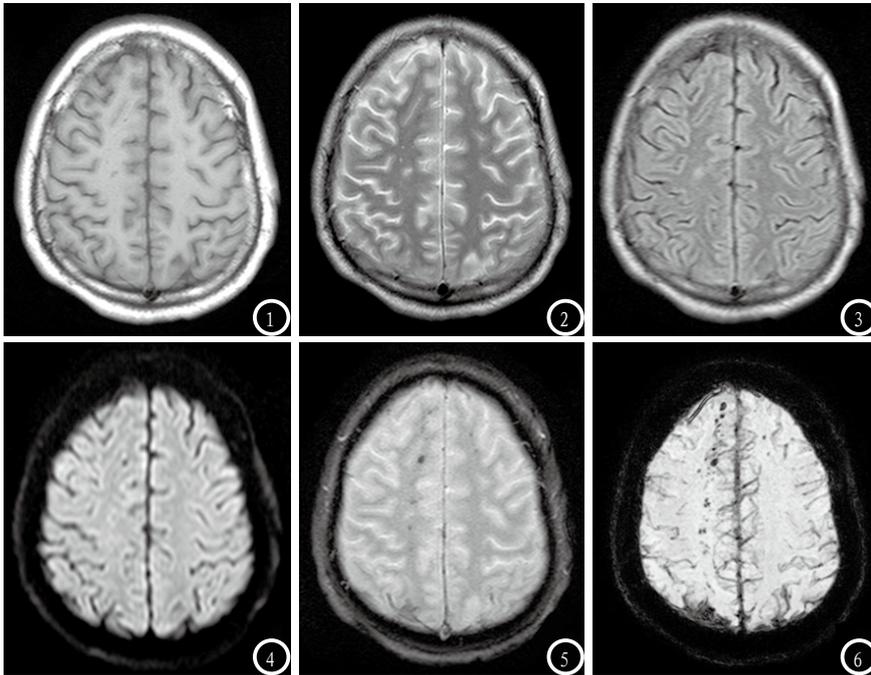


图1-6 患者男, 45岁, 重度弥漫性轴索损伤, GCS评分5分, 图1 轴位T1WI示右侧额叶白质区数个斑点状低信号影, 边界尚清; 图2-3 轴位T2WI、FLAIR序列显示病灶呈高信号; 图4 DWI示病灶以等、高信号为主, 部分病灶呈极低信号; 图5 轴位T2-FFE序列示多发斑点状极低信号呈“串珠样”排列, 病灶较上述序列增多, 左侧额叶白质区亦见数个斑点状类似极低信号影; 图6 轴位SWI示多发斑点状极低信号影, 病灶较T2-FFE序列所示增多、增大, 边界较其清晰, 左侧额叶白质区亦见数个斑点状类似极低信号影, 边界较T2-FFE序列清晰。

伤后患者多合并意识障碍, 有昏迷表现, 可见单侧或双侧瞳孔放大, 光反射消失, 部分有颅内压升高表现, 约有45%左右DAI患者可合并一定程度偏瘫<sup>[7]</sup>。目前对DAI尚未确立统一诊断标准, 多通过GCS评分预估患者脑损伤严重程度, 通常而言, GCS评分越高, 患者脑损伤程度越轻。

但DAI患者临床表现与其他颅脑外伤类似, 单纯临床诊断通常较易与其他脑损伤类型混淆, 诊断多赖于影像学检查。CT虽为颅脑损伤急救首选影像学检查方案, 但其组织分辨率低, 对小脑、脑干、胼胝体病灶显示欠佳, 对颅内微小病灶显示率低。相对而言, MRI有多参数成像优势, 且组织分辨率较高, 可作多方位扫描, 免受颅骨伪影干扰, 更易检出脑干、胼胝体、后颅窝、脑深部及中线结构病变, 同时可作多序列成像, 全面检出病灶。随着影像检查技术的发展进

步, 对微小出血灶的检测能力提高, 较多的学者发现DAI病灶更多为出血性, 由于出血灶代谢产物含有去氧血红蛋白、正铁血红蛋白、含铁血黄素等顺磁性物质, 可使局部磁场产生不均匀性。MR T1WI、T2WI、FLAIR序列可显示脑外伤后的形态改变及DAI病灶的部位、形态、大小, 部分伴弥漫性脑肿胀, 但常不能检出脑内的微小出血灶。DWI对弥漫性轴索损伤中早期的非出血性病灶敏感, 因脑损伤后脑细胞肿胀、缺氧, 引起细胞毒性水肿, 检出率高于其他序列, 对出血性病灶的检出亦较T1WI、T2WI及FLAIR序列为高, 但仍低于T2-FFE及SWI序列。T2-FFE序列则为梯度回波序列, 具有对磁场不均匀性较为敏感, 成像时间短等特点, 能发现较多含有顺磁性物质的病变, 可提高出血性DAI检出率, 因此在常规序列中T2-FFE序列对DAI病灶检出率最高, 与庄启湘<sup>[8]</sup>等报道相符。

SWI序列为三维、高分辨、完全流动补偿梯度回波序列, 可产生相位图与幅值图, 两者融合得出SWI图, 使对磁敏感效应的敏感性最大化; 早期MR诊断多忽略SWI序列相位信息, 但较多研究均认为相位图包含大量相关组织磁敏感性差异信息, 在脑部疾病诊断中有重要价值<sup>[9]</sup>。磁敏感性的不同为决定SWI信号差异的根本原因, 机体大部分物质磁敏感性的变化与血液中铁离子、储铁蛋白水平及出血有关<sup>[10]</sup>。DAI多表现为脑内微小出血灶, 其代谢产物可引起局部磁场不均匀, 尽管这种差异很小, 却足以使微小出血灶和周围组织产生相位差异而在SWI序列中出现明显信号强度变化而被清晰检出。本研究中, SWI序列检出病灶数目、总体积均优于MR常规序列。当前, 临床多用GCS评分评估患者脑损伤程度, 本研究将SWI序列显示图像数目、体积与GCS预后评分作相关性分析, 结果显示, SWI可见病灶数目和体积与GCS评分呈明显负相关。病灶数目及体积与脑组织损伤有关, 脑组织损伤程度与病灶数目与体积呈正相关, 一般病灶数量越多, 总体积越大, 提示损伤涉及范围越广, 损伤程度越高。DAI出血部位累及基底节区、脑干、胼胝体及外周白质部位时, 患者预后水平最差, 其认为DAI出血部位、范围、病灶数目均与患者病情严重程度有关, 与本组研究结论一致<sup>[11]</sup>。且脑出血损伤后, 血液裂解产物可释放较多诸如血红蛋白、凝血酶、谷氨酸及炎性物质, 进一步加重血管损伤, 引起继发性脑损伤, 而出血灶越多, 范围越广, 脑损伤效应越严重。

(下转第 105 页)