

SWI 在早产儿缺血缺氧性脑损伤诊断中的临床应用

杨阳, 田志雄, 曾俊杰

【摘要】 目的:探讨磁共振磁敏感加权成像(SWI)在早产儿缺血缺氧性脑损伤(HIBD)临床诊断及分度中的临床应用价值。**方法:**选取经临床诊断为早产 HIBD 患儿 30 例,采用 Siemens 3.0T 超导型 MR 扫描仪,所有病例均行头颅常规序列及 SWI 扫描。比较常规 MRI 序列与 SWI 间差异,以及 SWI 扫描对轻、重度 HIBD 颅内出血灶、静脉扩张检出率的差异,分别进行非参数检验及卡方检验。**结果:**SWI 检出患儿颅内出血灶数量多,在出血灶大小、范围及边界清晰度显示方面,SWI 均明显优于 MRI 常规序列。SWI 检出的颅内异常扩张静脉在 MRI 常规图像上未见显示。轻、重度早产 HIBD 患儿的颅内出血灶检出率差异具有统计学意义($\chi^2=4.464, P=0.035$);颅内静脉扩张检出率差异有统计学意义($\chi^2=4.649, P=0.031$),且重度 HIBD 患儿颅内出血合并静脉扩张的检出率高于轻度 HIBD 患儿($\chi^2=5.714, P=0.017$)。**结论:**SWI 对早产儿 HIBD 颅内出血、深静脉扩张的检出率高于常规 MRI 序列,可对早产儿 HIBD 临床分度提供影像学依据。

【关键词】 磁敏感加权成像; 缺血缺氧性脑损伤; 早产儿

【中图分类号】 R445.2; R722.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)07-0779-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.07.017

Clinical applications of susceptibility weighted imaging in the diagnosis of preterm infants with hypoxic-ischemic brain damage

YANG Yang, TIAN Zhi-xiong, ZENG Jun-jie. Department of Imaging, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, P. R. China

【Abstract】 Objective: Our purpose of this study was to evaluate the clinical application values of susceptibility weighted imaging (SWI) in the diagnosis and grading of premature hypoxic-ischemic brain damage (HIBD). **Methods:** Thirty preterm infants with HIBD diagnosed by pediatricians were collected and scanned by using Siemens 3.0T superconducting MR scanner. Regular axial T₁WI, T₂WI, FLAIR scan and axial SWI scan were conducted and their differences were compared. The difference of detection rates of intracranial hemorrhage and deep vein dilation in mild and severe HIBD were comparatively analyzed also by nonparametric test and Chi-square test. **Results:** Dilated deep veins, clearly showed on SWI, could not be displayed on regular sequences. The detection rates of intracranial hemorrhage were significant different with $\chi^2=4.464$, and $P=0.035$, in mild and severe HIBD infants. The detection rates of dilated cerebral veins was significant different too, with $\chi^2=4.649$, and $P=0.031$. And the detection of intracranial hemorrhage accompanied with dilated deep veins was significantly higher with $\chi^2=5.714, P=0.017$ in severe HIBD group. **Conclusion:** SWI was significantly superior to regular T₁WI, T₂WI and FLAIR in displaying the size, scope and boundaries of hemorrhage. SWI sequence has higher sensitivity than conventional MRI sequences in detecting intracranial hemorrhage and dilated deep veins in HIBD, and can provide evidence for clinical grading for premature HIBD.

【Key words】 Susceptibility weighted imaging; Hypoxic-ischemic brain damage; Premature

新生儿缺氧缺血性脑损伤(hypoxic-ischemic brain damage, HIBD)是早产儿常见疾病,也是导致早产儿急性死亡和神经系统功能障碍的主要原因之一。早产儿 HIBD 发病率明显高于足月儿,且早产儿 HIBD 的病理及临床表现与足月儿明显不同,诊断标准也有区别^[1]。早期诊断和干预可以改善早产儿 HIBD 的预后,减少后遗症的发生。近年来研究表明,磁共振磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)可以明显增加对小儿神经系统疾病诊断的敏感性 & 特异性^[2]。本研究将 SWI 与常规 MRI 扫描

序列对不同分级早产儿 HIBD 中出血性病灶及扩张的脑内静脉显示的检出率进行比较,旨在探讨 SWI 序列在早产儿 HIBD 诊断及分度中的临床应用价值,提高早期诊断和治疗水平。

材料与方法

1. 一般资料

选取 2013 年 1 月—2014 年 6 月在武汉大学附属中南医院经临床诊断为 HIBD 的早产儿为研究对象,纳入标准如下:①有缺氧的证据:PaO₂ < 50 mmHg 或/和 SaO₂ < 85%,或存在因缺氧引起的酸中毒(BE < -10 mmol/L);②有一定的神经系统症状体征;③有特异性的影像学改变,必须至少具有以下一项:脑室

作者单位:430071 武汉,武汉大学中南医院放射科

作者简介:杨阳(1989—),女,湖北大悟人,硕士研究生,主要从事中枢神经系统影像学诊断工作。

通讯作者:田志雄, E-mail: tianwh306@sina.com.cn

周一脑室内出血、脑室周围白质软化、脑实质梗死或出血、脑实质水肿或/和脑细胞毒性水肿(弥散加权磁共振发现脑细胞毒性水肿可确诊)等;④除外感染、电解质紊乱及先天性代谢缺陷等疾病引起的脑损伤。参照常立文等^[3]推荐的早产儿 HIBD 分度标准,根据超声检测将早产儿 HIBD 分级如下:轻度,仅存在脑水肿或/和 I~II 级 PVH-IVH 或/和 I~II 级 PVL, RI>0.75 或<0.55;重度,存在 III~IV 级 PVH-IVH 或/和 III~IV 级 PVL, RI>0.90 或<0.50。PVH-IVH 分级标准: I 级,室管膜下出血; II 级,脑室内出血但无脑室扩大; III 级,脑室内出血伴脑室扩大; IV 级,脑室内出血伴脑实质内出血。PVL 分级: I~II 度,无囊腔或脑室周围局部小囊腔改变; III~IV 度,脑室周围局部小囊腔改变融合成片/累及皮质。

研究共纳入对象 30 例,其中男 18 例,女 12 例(胎龄 28~35 周),中位日龄 14.5d(4~37d),其中合并有 9 例低体重儿,12 例新生儿窒息,11 例新生儿呼吸窘迫综合征及 8 例新生儿缺血缺氧性心肌损害。临床表现包括呻吟、口吐白沫、皮肤发绀、惊厥、呼吸衰竭、肌张力异常等。所有患儿经超声检查后确定有颅内特异性影像学改变,后行 MRI 及 SWI 序列扫描。

2. 检查方法

检查前对无法自然入睡的患儿给予 10% 水合氯醛 0.5 mg/kg,口服或肛门给药镇静,待其熟睡后扫描。MRI 设备为 Siemens 3.0T 超导磁共振成像系统,18 通道相控阵头颈线圈。常规行横轴面快速自旋回波(TSE)T₂WI、自旋回波(SE)T₁WI 序列和反转恢复 FLAIR 序列。SWI 具体参数: TR 28 ms, TE 20 ms, 翻转角 20°, FOV 230 mm×200 mm, 矩阵 298×448, Average 0.75, 扫描层厚 1.2 mm。采集结束时可得到两组图像,即磁矩图像和幅度图像。此后可在工作站上进行数据的进一步处理,形成最终的 SWI 图像。

由两位高年资的影像诊断医师盲法读片,首先结合患儿临床资料,根据其超声、MRI 常规图像影像学表现对 HIBD 进行分级。进一步对出血灶数量、部位、范围,以及是否存在异常扩张静脉、扩张静脉的分布情况进行统计分析;结果以两位医师达成一致意见为准。

3. 统计学分析

根据 HIBD 分类分组,采用 SPSS 19.0 进行统计学分析,对 SWI 与 MRI 对颅内出血灶检出采用两相关样本的非参数检验,对 SWI 对轻重度 HIBD 早产儿的颅内出血灶、静脉扩张检出率进行 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组 30 例患儿中,常规 MRI 序列共检出 30 处颅

内出血灶,其中脑实质内出血 12 处,硬膜下出血 5 处,室管膜下出血 9 处,脑室内出血 4 处。另显示双侧脑室扩大 2 例,脑白质斑片状异常信号 6 例,多发囊变灶 3 例。SWI 序列共检出 46 处颅内出血灶,其中脑实质内出血 20 处,硬膜下出血 5 处,室管膜下出血 14 处,脑室内出血 7 处(表 1),另显示出扩张小静脉 19 例,颅内出血合并小静脉扩张共 14 例。颅内出血灶 SWI 图像上表现为小圆点、索条状、斑块状低信号,亚急性期血肿呈圆形低信号或中心等信号,外周环绕低信号呈单环状改变;脑室内及硬膜下出血灶主要表现为点状、条状,新月形低信号;异常扩张静脉表现为细条状、分叉状低信号影(图 1~2)。SWI 序列与 MRI 常规序列对病灶的显示差异有统计学意义($P<0.005$),尤其在显示微小出血灶个数及大小方面具有明显优势,25%微小出血灶在 MRI 常规序列上未见显示。

表 1 早产儿 HIBD 出血性病灶各序列检出情况及信号表现 (个)

出血部位	T ₁ -FLAIR 高信号	T ₂ -FLAIR		SWI
		高信号	高低混杂信号	
室管膜下出血	9	0	0	14
脑室内出血	4	2	0	7
硬膜下出血	5	3	1	5
脑实质或其他部位出血	12	7	2	20
总计	30	12	3	46

注:非参数检验 $Z=-3.025, P<0.005$ 。

SWI 对轻、重度 HIBD 脑实质内出血、静脉扩张的检出率差异有统计学差异($\chi^2=4.464, P=0.035$; $\chi^2=4.649, P=0.031$);且重度 HIBD 患儿颅内出血合并异常静脉扩张检出率高于轻度 HIBD 患儿($\chi^2=5.714, P=0.017$),见表 2。

表 2 早产儿不同临床分类 HIBD 出血及静脉扩张检出情况 (例)

病灶	轻度	重度	χ^2	P
出血	11	9	4.464	0.035
静脉扩张	8	8	4.649	0.031
出血合并静脉扩张	7	8	5.714	0.017

讨 论

虽然早产儿发病机制、临床表现与足月儿有较大差别,但我国对缺氧缺血性脑损伤的诊断及分类仍没有明确标准。早产儿强调缺氧证据的重要性,且影像学检查为其必备条件。超声检查敏感性及分辨力较低,不能整体检出病灶,且易受操作者主观因素等影响;另一方面,头颅 CT 脑白质低密度不能作为诊断早产儿 HIBD 的依据^[3]。研究资料显示,与超声检查进行比较,早产儿在生后第 1 周进行 MRI 检查,更易探查白质损伤、出血性损伤及更多或广泛性囊腔损伤。两项 MRI 与神经病理对照的研究提示 MRI 预测病理异常的敏感度为 70%,阳性率为 100%^[4]。本研究采纳常立文等^[3]提出的早产儿 HIBD 分度标准,将其分

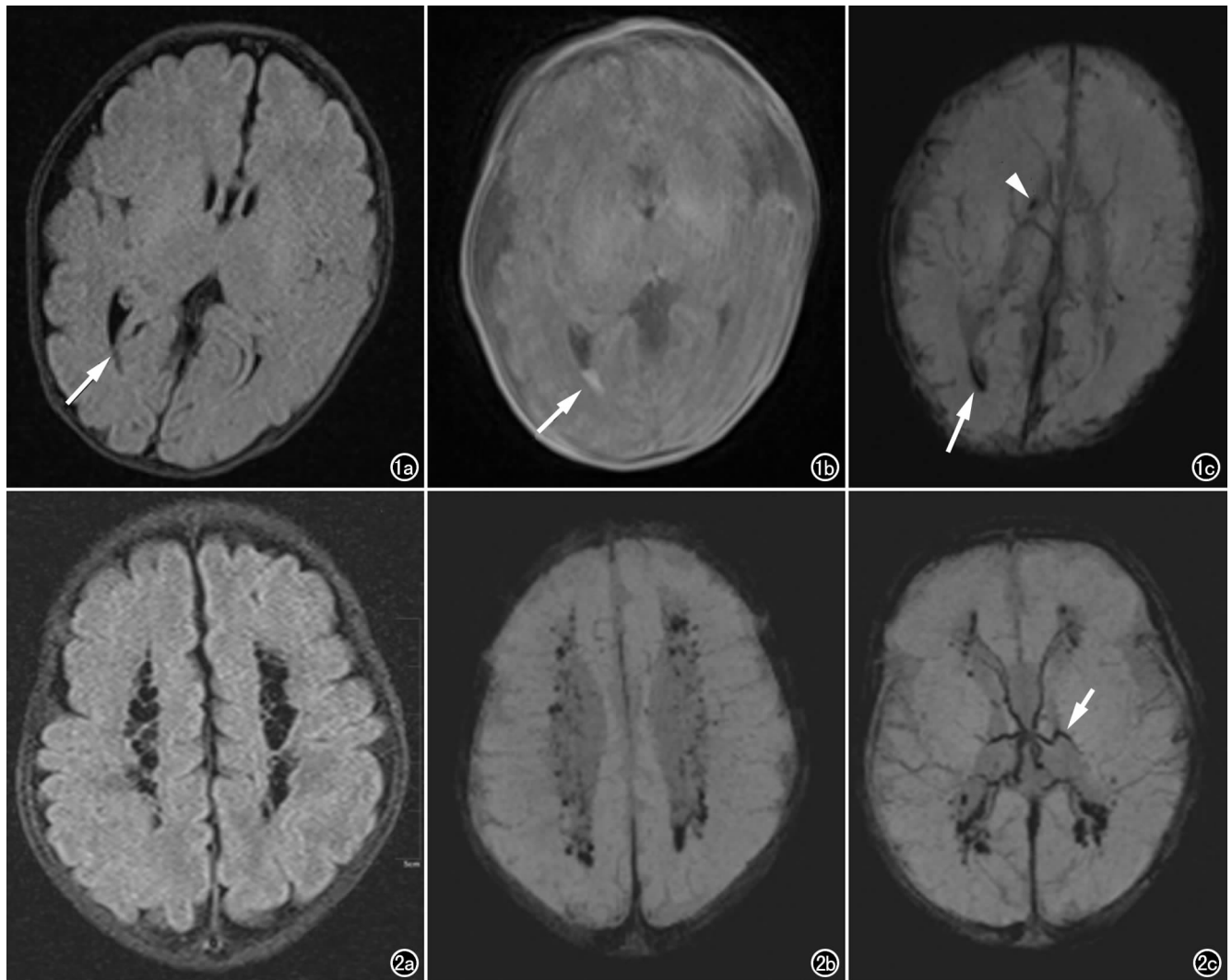


图 1 男,胎龄 35W,轻度 HIBD。a) 右侧脑室后角内见少量 T_2 -FLAIR 等信号灶(箭); b) 侧脑室后角病灶 T_1 WI 呈高信号(箭),右侧基底节未见明显异常信号灶; c) SWI 图像示右侧脑室后角内条带状低信号灶(箭),另右侧基底节区点状低信号灶(箭头)。图 2 男,胎龄 29⁺⁵W,重度 HIBD。a) 双侧脑室旁多发 T_2 -FLAIR 低信号、边界清晰囊变灶; b) SWI 图像示囊变灶内伴有多发斑点状出血灶; c) 室管膜下静脉可见异常扩张(箭)。

为轻度及重度;轻度一般不遗留后遗症,重度脑损伤较重,易导致神经系统发育障碍,可引起脑瘫、智力低下、生长发育滞后、癫痫等后遗症。从新生儿期开始进行系统的早期动作和运动能力的检测及强化训练等,对改善早产儿智能和运动发育水平,提高早产儿生存质量具有十分重要的意义^[5]。

早产儿 HIBD 不同程度脑损伤与患儿产前、产时及产后综合作用导致的围产期窒息密切相关,主要表现为脑室周围脑白质软化灶形成及室管膜下生发基质-脑室内出血。早产儿脑室周围脑白质区血管发育不完善、血流量低,易导致脑血管自动调节功能损伤、被动压力脑循环或静脉淤滞、血栓形成^[1]。特别是胎龄在 32 周以下的早产儿,在脑室周围的室管膜下及小脑软脑膜下的颗粒层均留存胚胎生发基质,该组织是未成熟的毛细血管网,易发生血流动力学变化而致出

血和出血性脑梗塞,室管膜下出血向内可破入脑室,外渗可扩散至脑室周围脑白质。

磁敏感成像(SWI)是一种高空间分辨力的 3D 梯度回波 MR 成像技术,通过图像后处理后可以突出显示血液产生的顺磁性物质,尤其是血液、钙化、含铁血黄素及低流速血管^[6],可以清楚的显示动、静脉解剖形态的改变即低信号的微小出血灶,并对发现血管内缺氧血及血管外出血灶同样敏感^[7],具有三维、高分辨力、高信噪比、薄层扫描的特点。SWI 已经广泛应用于颅内出血、脑血管畸形、脑血管意外、外伤、脑肿瘤、感染及神经退行性病变^[6]。

国内外多篇文献^[8-11]报道,SWI 对颅内出血灶敏感性、特异性均高出常规 MRI 序列,不仅可以显示 MRI 常规序列显示不了的微小出血灶,而且显示的病灶边界更清晰,范围不同程度扩大,故对新生儿合并出

血灶的 HIBD 诊断有很高的临床价值。本研究数据显示,脑实质内出血灶在 SWI 序列表现为斑点状、小圆形或团片状低信号;脑室内出血及硬膜下出血多表现为铸型或新月形低信号。SWI 序列检出颅内出血灶多达 46 处,而 T_1 -FLAIR 及 T_2 -FLAIR 序列仅分别检出 30、15 处,二者检出率差异有明显统计学意义,显示出 SWI 序列优越性;SWI 序列对轻重度患儿颅内出血灶检出率之间有统计学意义,可认为 SWI 序列对重度 HIBD 出血灶检出率较轻度 HIBD 高,与张雪雁等^[8]的结果在一定程度上相似。

由于脑组织缺氧及缺血致脑内静脉淤血及静脉压力增高,易导致脑深部静脉及皮质静脉不同程度扩张^[12-13],SWI 对该现象敏感性较高,而常规 MRI 图像一般未见显示。本研究结果显示轻、重度 HIBD 之间 SWI 检出脑室周围静脉扩张差异有统计学意义,认为重度 HIBD 早产儿检出率高。郭建东等^[9]研究表明,新生儿 HIE 患儿颅内出血及颅内出血合并脑内静脉扩张在 SWI 序列上检出率在轻度 HIE 患儿组中最低,在重度组最高,与本研究结果相符。Kitamura 等^[12]提出了将神经系统缺血性损伤患儿颅内静脉扩张进行分级评分(1~6 级),其结果表明,未见明显扩张深髓静脉或皮质静脉的患者较异常静脉扩张患者神经系统预后好。SWI 技术在静脉扩张的敏感性可以明显提高 HIBD 诊断的准确性,并对 HIBD 所导致脑组织损伤的程度评估及评判预后情况提供更多的参考依据。

本研究常规 MRI 序列检出 2 例胼胝体异常信号、5 例脑白质斑片状异常信号(PWMI)及 4 例双侧脑室旁多发软化灶(PVL);SWI 序列检出 3 例双侧脑室旁多发软化灶合并微小出血灶(PVH-PVHI)。斑点状白质病变^[14](punctuate white matter lesions, PWML)主要表现为大脑白质区 T_1 WI 高信号而 T_2 WI 呈等或低信号,常见于新生儿缺氧缺血性脑病、新生儿低血糖性脑损伤及早产儿脑损伤。SWI 序列可以为将其与 T_1 WI 高信号出血灶,或者 PWML 合并出血区别开来^[15]。

本研究存在一些不足,首先样本量偏小($n=30$),统计学结果的稳定性值得进一步探讨,故下一步需要大样本量的临床研究,进一步分析不同临床分度之间

颅内出血及脑内静脉扩张的数量及部位的差别;其次,可以寻找适用于早产儿的体格及神经系统功能量表,结合 SWI 表现,从而判断预后;另外,SWI 扫描时间较长,部分患儿不能配合制动,故需要进一步缩短 SWI 扫描时间。总的来说,SWI 可以作为早产儿 HIBD 的辅助诊断方法,提倡广泛应用于临床。

参考文献:

- [1] 孟璐璐. 早产儿缺氧缺血性脑病的发病机制及诊断标准的探讨[J]. 医学综述, 2012, 18(1): 73-75.
- [2] Bosemani T, Poretti A, Huisman TA. Susceptibility-weighted imaging in pediatric neuroimaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2014, 40(3): 530-544.
- [3] 常立文, 刘敬, 李文斌. 早产儿缺氧缺血性脑损伤的诊断与分度探讨[J]. 中国当代儿科杂志, 2007, (4): 293-296.
- [4] 陈惠金. 美国神经学会新生儿神经影像指南[J]. 实用儿科临床杂志, 2008, 23(2): 157-160.
- [5] 夏正荣. 磁敏感加权成像在新生儿缺氧缺血性脑病中的应用[J]. 放射学实践, 2010, 25(12): 1313-1315.
- [6] Ong BC, Stuckey SL. Susceptibility weighted imaging: a pictorial review[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2010, 54(5): 435-449.
- [7] Haacke EM, Xu Y, Cheng YC, et al. Susceptibility weighted imaging (SWI)[J]. Magn Reson Med, 2004, 52(3): 612-618.
- [8] 张雪雁, 李军. 新生儿缺氧缺血性脑病分度与磁敏感加权成像出血检出率的相关性研究[J]. 磁共振成像, 2014, (3): 166-169.
- [9] 郭建东, 苏锦权, 张水兴, 等. 3.0T 核磁共振磁敏感加权成像在新生儿缺氧缺血性脑病诊断的价值[J]. 临床儿科杂志, 2013, (7): 645-649.
- [10] 杜隽, 钟玉敏, 王谦, 等. 磁敏感加权成像在新生儿颅内出血中的应用研究[J]. 临床医学工程, 2012, 19(2): 161-164.
- [11] 詹传银. 磁敏感加权成像(SWI)在新生儿颅内出血的初步应用[D]. 南方医科大学, 2009.
- [12] Kitamura G, Kido D, Wycliffe N, et al. Hypoxic-ischemic injury: utility of susceptibility-weighted imaging[J]. Pediatr Neurol, 2011, 45(4): 220-224.
- [13] Tong KA, Ashwal S, Obenaus A, et al. Susceptibility-weighted MR imaging: a review of clinical applications in children[J]. AJNR, 2008, 29(1): 9-17.
- [14] Ramenghi LA, Fumagalli M, Righini A, et al. Magnetic resonance imaging assessment of brain maturation in preterm neonates with punctate white matter lesions[J]. Neuroradiology, 2007, 49(2): 161-167.
- [15] 朱珍, 邵肖梅, 汤伟军, 等. 磁敏感加权成像在新生儿脑斑点状白质病变的初步应用[J]. 中华医学杂志, 2011, 91(23): 1600-1604.

(收稿日期: 2014-12-23 修回日期: 2015-04-02)