

• 中枢神经影像学 •

3.0T 磁敏感加权成像在脊髓出血性病变中的应用价值

刘昌盛, 查云飞, 李茂进, 谢宝君, 邱丽, 李远锋, 杨仁杰, 黄冬杰

【摘要】 目的:探讨磁敏感加权成像在脊髓出血性病变中的应用价值。**方法:**32 例脊髓出血性病变患者(病变组)和 16 例健康志愿者(对照组)行 3.0T 磁敏感加权成像(SWI)、二维扰相梯度回波 T_2^* 加权(2D-MERGE T_2^* WI)、FSE T_1 WI 及 FSE T_2 WI 扫描。32 例病例均经临床随访及病理证实,包括脊髓挫裂伤 20 例、脊髓动静脉畸形 6 例、脊髓海绵状血管瘤 2 例、脊髓星形细胞瘤伴出血 4 例。比较分析 SWI 及 2D-MERGE T_2^* WI、常规 FSE T_2 WI 对脊髓出血性病变检出的敏感度和特异度。**结果:**20 例脊髓挫裂伤患者常规 FSE T_2 WI 均显示水肿征象,其中 4 例脊髓挫裂伤在 SWI、2D-MERGE T_2^* WI、常规 FSE T_1 WI 及 FSE T_2 WI 均未见出血征象,8 例脊髓挫裂伤仅在 SWI 显示出血征象,另外 8 例脊髓挫裂伤、6 例脊髓动静脉畸形、2 例脊髓海绵状血管瘤和 4 例脊髓星形细胞瘤伴出血在 SWI 显示低信号出血征象较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 更敏感。**结论:**3.0T 磁敏感加权成像检出脊髓出血性病变比常规 MRI 更敏感,可作为脊髓出血性病变 MRI 检查重要的补充序列。

【关键词】 磁敏感加权成像; 磁共振成像; 脊髓; 出血

【中图分类号】 R445.2; R744 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)08-0832-04

The value of 3.0T susceptibility weighted imaging (SWI) in detection of spinal hemorrhagic lesion LIU Chang-sheng, ZHA Yun-fei, LI Mao-jin, et al. Department of Radiology, Renmin Hospital, Wuhan University, Wuhan 430060, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the value of 3.0T susceptibility weighted imaging (SWI) in detecting spinal hemorrhagic lesion. **Methods:** Thirty-two patients with spinal injury ($n=20$), arteriovenous malformation ($n=6$), cavernous hemangioma ($n=2$) and astrocytoma ($n=4$) and 16 healthy volunteers as a control group underwent SWI, 2D-MERGE T_2^* WI, FSE T_1 WI and FSE T_2 WI on a 3.0T scanner. The sensitivity and specificity of 3T MRI for spinal hemorrhagic lesion detection were calculated. **Results:** Among 32 patients with spinal hemorrhagic lesion, 20 patients with spinal contusion showed edema on FSE T_2 WI, 4 patients showed no sign of hemorrhagic lesion on SWI, 2D-MERGE T_2^* WI, FSE T_1 WI and FSE T_2 WI. 8 patients with spinal contusion showed hemorrhagic lesion on SWI, but not on 2D-MERGE T_2^* WI and FSE T_2 WI. Moreover, in 6 patients with arteriovenous malformation, 2 patients with cavernous hemangioma and 4 patients with astrocytoma, hemorrhagic lesion showed much lower signal intensity on SWI compared to 2D-MERGE T_2^* WI and FSE T_2 WI. **Conclusion:** SWI is more sensitive than conventional MRI methods in detecting spinal hemorrhagic lesion. It may become a supplementary method in the routine evaluation of spinal hemorrhagic diseases.

【Key words】 Susceptibility weighted imaging; Magnetic resonance imaging; Spinal cord; Hemorrhage

磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)通过磁敏感加权技术区分不同物质间的磁敏感属性的差异性,使磁敏感效应较强的物质与周围组织产生相位对比增强,SWI 已经广泛运用于各种原因导致的颅内出血性病变的诊断^[1]。最近,文献报道该技术初步用于检测脊髓损伤所致出血性病变^[2]。本研究旨在探讨 SWI[GE 称作增强梯度回波 T_2^* 加权血管成像(enhance gradient echo T_2^* star weighted angiography, ESWAN)]对脊髓出血性病变的临床应用价值。

材料与方法

回顾性分析脊髓外伤出血或脊髓占位性病变致微

作者单位:430060 武汉大学人民医院放射科

作者简介:刘昌盛(1968—),男,湖北武汉人,硕士,主管技师,主要从事 MR 成像质量及序列的研究工作。

通讯作者:查云飞, E-mail: zhayunfei999@126.com

量出血的患者 32 例,男 24 例,女 8 例,年龄 16~79 岁,平均 39 岁,其中脊髓外伤 20 例(颈部 9 例,胸部 2 例,腰部 9 例),脊髓血管性病变 8 例(颈髓 6 例,胸髓 2 例),脊髓肿瘤性病变 4 例(颈髓 2 例,胸髓 2 例)。

所有病例均经 1~6 个月的临床随访或术后病理证实,16 例健康志愿者的扫描序列和参数与病变组相同。

检查方法及参数:MR 扫描采用美国 GE 3.0T HDxt 超导型 MR 扫描仪,ADW4.4 工作站后处理软件分析系统,头颈联合线圈和心脏扫描专用线圈,检查序列包括 T_1 WI、 T_2 WI、 T_2^* WI, ESWAN: 矢状面 FSE T_2 WI: TR 2340 ms, TE 117 ms, 层厚 3 mm, 矩阵 384×224 , 激励次数 4.0; 矢状面 FSE T_1 WI: TR 620 ms, TE 11.4 ms, 层厚 3 mm, 矩阵 320×224 , 激励次数 2; 横轴面 FSE T_2 WI: TR 1280 ms, TE 122 ms, 层厚 3 mm, 矩阵 88×224 , 激励次数 4; 横轴面多回波

回复梯度回波(multiple-echo recaned gradient echo, MERGE) T_2^* WI;TR 22 ms,TE 11.2 ms,层厚 3 mm,矩阵 320×192 ,激励次数 5;本组研究采用的磁敏感加权成像 ESWAN 扫描参数:3D 扫描野 24×24 ,矩阵 416×256 ,激励次数 0.69,翻转角 15° ,TR 55 ms,TE 12 ms,层厚 2 mm,层间距 0 mm,带宽 100 Hz,3 个方向完全流动补偿,采集时间 2 min 28 s。通过 ESWAN 后处理软件生成校正相位图、磁矩图及最小信号强度投影图。

结 果

16 例健康志愿者均没有明显椎体骨质增生和椎间盘突出,常规 MRI、SWI 及 MERGE- T_2^* WI 均未见明显异常(图 1)。

20 例脊髓挫裂伤常规 FSE T_2 WI 均显示水肿征象(图 2),其中 4 例脊髓挫裂伤在 SWI、2D-MERGE T_2^* WI、常规 FSE T_1 WI 及 FSE T_2 WI 均未异常信号,未见出血征象;8 例脊髓挫裂伤仅在 SWI 上显示低信号出血征象(图 2);8 例脊髓挫裂伤在 SWI 上显示明显的局灶性低信号出血征象,2D-MERGE T_2^* WI 显示低信号,常规 FSE T_2 WI 显示局灶性不规则高信号,SWI 显示明显的局灶性低信号出血征象较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE- T_2 WI 更敏感。

脊髓血管性病变包括脊髓动静脉畸形 6 例及脊髓海绵状血管瘤 2 例,脊髓肿瘤性病变中包括星形细胞瘤伴出血 4 例。在 SWI 显示边界清晰的不规则的低信号出血征象,部分病灶内可见点状高信号,散在的小

病灶呈现“墨点”状, T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 显示不规则高低混杂信号, T_1 WI 表现为中心等信号或较高信号,周围可见环形高信号,SWI 显示病灶范围及数量较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 更多,SWI 显示低信号出血征象较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE- T_2 WI 更敏感(图 3)。

讨 论

1. SWI 原理及用于检测脊髓出血的可行性

SWI 通过高分辨力、完全流动补偿的三维射频脉冲扰相,三维梯度回波序列伴滤过的相位信息以及长 TE,使磁敏感效应的敏感性最大化^[3],因而不同磁敏感度的组织在 SWI 图上可以被区分出来。人体内产生磁敏感效应物质绝大多数与铁有关^[4-5],主要有血红蛋白及其降解产物(氧合血红蛋白为反磁性物质,去氧血红蛋白为顺磁性物质,正铁血红蛋白为较强顺磁性物质,含铁血黄素为高度顺磁性物质)、非血黄素铁(通常为铁蛋白,反磁性)及钙化(通常反磁性)。无论顺磁性还是反磁性物质,它们都能改变局部磁场,在梯度回波成像上产生低信号,因此,磁敏感加权成像是显示组织病变出血最敏感的脉冲序列之一^[6-7],已经广泛运用于各种原因导致的颅内出血性病变的诊断^[1]。最近,文献报道该技术初步用于检测脊髓出血性病变^[2],本组研究应用 ESWAN 技术,颈部用 8 通道头颈联合线圈,胸腰部应用心脏专用高分辨力相控阵线圈,紧紧包裹胸腰部,并应用 ASSET 技术,有效降低了胸腹部运动伪影及血管搏动伪影,提高了图像信噪比,取得了很好

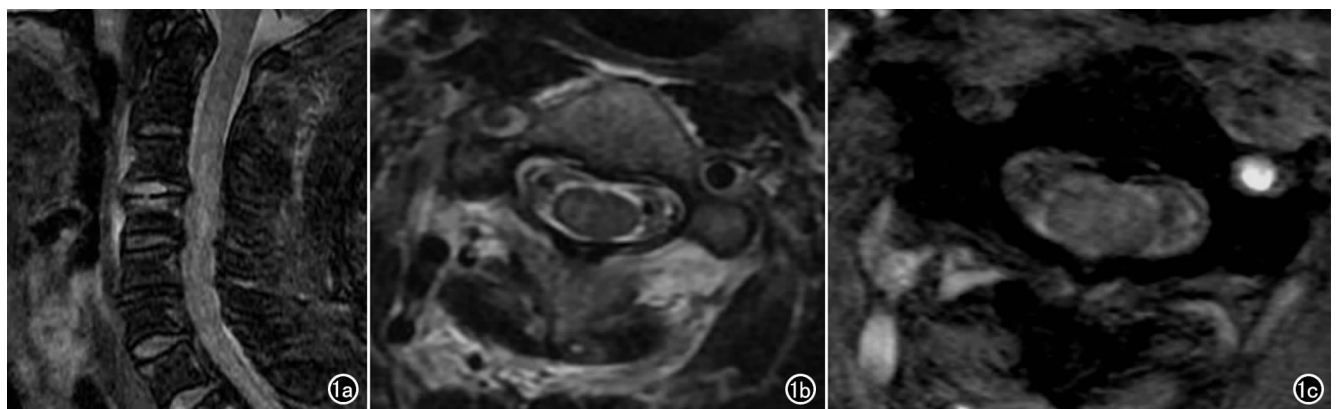


图 1 男,48 岁,正常颈椎图像。a) 矢状面 T_2 WI 示椎管内脊髓的信号均匀; b) 横轴面 T_2 WI 示椎管中央圆形的脊髓内信号均匀; c) 横轴面 2D-MERGE T_2^* WI 示中央圆形的脊髓内信号均匀; d) 横轴面 SWI 相位图示中央圆形的脊髓内信号均匀; e) 横轴面 SWI 幅度图示中央圆形的脊髓内信号均匀。

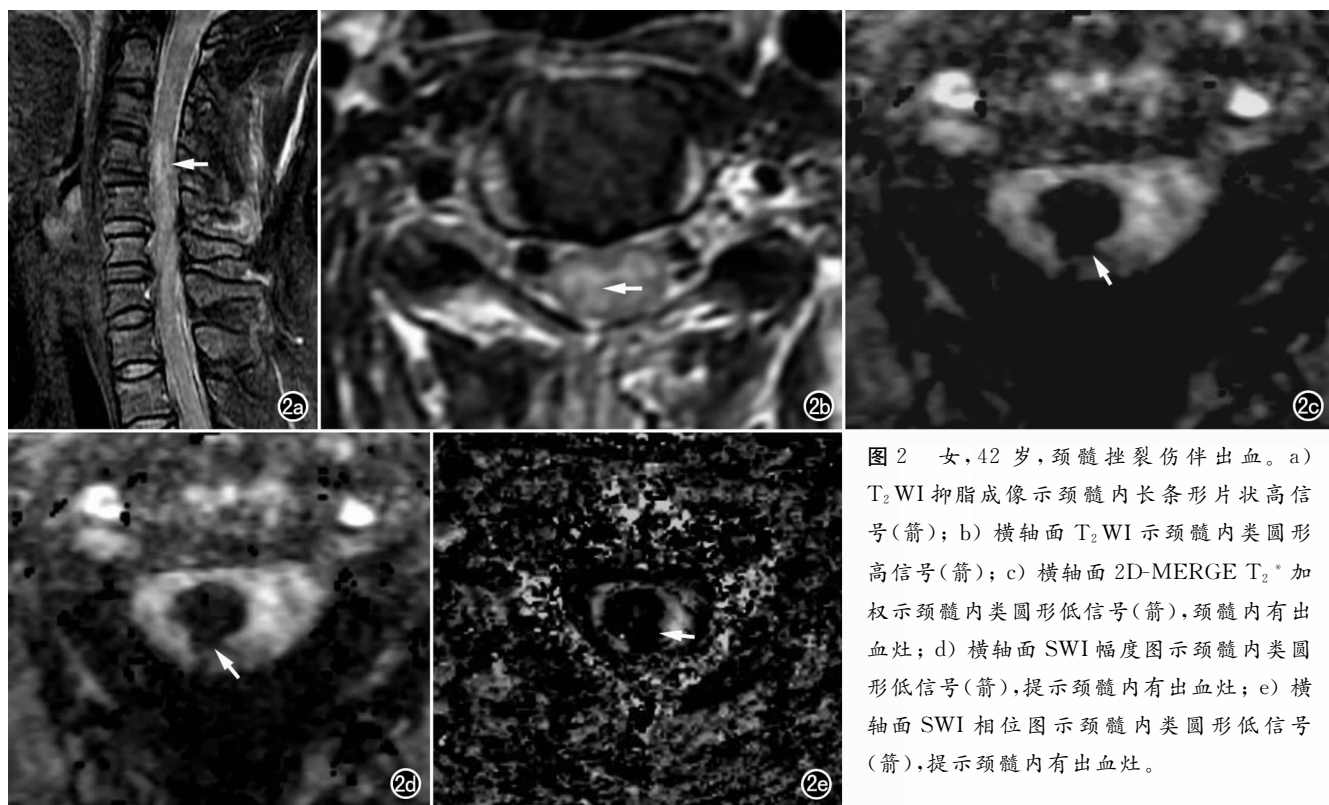


图2 女,42岁,颈髓挫裂伤伴出血。a) T_2 WI抑脂成像示颈髓内长条形片状高信号(箭); b) 横轴面 T_2 WI示颈髓内类圆形高信号(箭); c) 横轴面 2D-MERGE T_2^* 加权示颈髓内类圆形低信号(箭),颈髓内有出血灶; d) 横轴面 SWI 幅度图示颈髓内类圆形低信号(箭),提示颈髓内有出血灶; e) 横轴面 SWI 相位图示颈髓内类圆形低信号(箭),提示颈髓内有出血灶。

的效果。

2. SWI 检测脊髓外伤伴出血的意义及特异性

脊髓外伤后是否伴有微量出血对评估病情以及选择合理的治疗方案至关重要,对于判断预后有重要意义^[8-11],因此,早期发现脊髓内的出血灶很关键,而出血病灶在常规 MRI 图像上的表现复杂多样,容易漏诊小出血灶,因此常规脊髓 MRI 对较小的出血灶不敏感,MERGE- T_2^* WI 可以提示出血灶,但神经病理学研究显示的出血灶远较影像学为多,最近的研究表明,SWI 较传统 MERGE- T_2^* WI 及 FSE- T_2 WI 序列对出血灶的大小、数目、部位显示更佳。本组研究中 20 例脊髓挫裂伤常规 FSE T_2 WI 均显示水肿征象,其中 4 例脊髓挫裂伤在 SWI、2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_1 WI、FSE T_2 WI 均未见出血征象;8 例脊髓挫裂伤仅在 SWI 显示低信号出血征象;8 例脊髓挫裂伤在 SWI 显示明显的局灶性低信号出血征象,2D-MERGE T_2^* WI 显示低信号,常规 FSE T_2 WI 显示局灶性不规则高信号,SWI 显示明显的局灶性低信号出血征象较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 更敏感。

3. SWI 检测脊髓血管畸形并出血的意义及特异性

SWI 对静脉成像依赖于血氧饱和形成的磁敏感性差异,因此它在显示含静脉的小血管上有独到之处,如毛细血管扩张症、静脉瘤、海绵状血管瘤,Sturge-Weber 综合征导致隐匿性血管畸形等,检出率明显高于常规 MRI 序列,它不仅可清晰显示病灶的界域,还

可比常规 MRI 显示出更多的病灶,也可清晰显示微小出血及血管畸形的程度。Haacke 等^[4]通研究 10 例患者提出磁敏感成像技术是筛选可疑血管畸形的理想手段。本组 8 例脊髓血管畸形患者,其中脊髓动静脉畸形 6 例、脊髓海绵状血管瘤 2 例,在 SWI 显示边界清晰的不规则的低信号出血征象,部分病灶内可见点状高信号,散在的小病灶呈现“墨点”状, T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 显示不规则高低混杂的信号, T_1 WI 表现为中心等信号或较高信号,周围可见环形高信号,SWI 显示病灶范围及数量较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 更多,证实 SWI 对脊髓微血管性病变及微小出血的显示更准确、更敏感。

4. SWI 检测脊髓肿瘤伴出血的意义及特异性

由于侵袭性肿瘤有血管增生迅速且多发微出血倾向,发现这些改变能够有助于更好地评估肿瘤的性质,而且因小血管、静脉血和出血产物的磁敏感性与正常组织不同,SWI 对发现该类物质的敏感性明显高于常规 FSE T_1 WI 及 FSE T_2 WI 扫描,故可作为显示肿瘤内部结构的优选方法,SWI 能确定肿瘤的边界、内部结构、出血和静脉结构等,亦可观察肿瘤内部微血管形成及合并微小出血的情况,有利于肿瘤的分期。本组研究中 4 例脊髓占位性病变,FSE T_1 WI 显示不规则占位,其间混杂点片状高信号,FSE T_2 WI 显示不规则占位及高低混杂信号, T_2^* WI 显示不规则低信号,SWI 显示明显的低信号出血征象,还很好地显示了增强后 T_1 WI 图像没有显示的肿瘤内静脉和出血。因此



图3 胸段脊髓血管瘤并出血。
a) T_2 WI 示脊髓内长片状低信号区(箭),中间夹杂点片状高信号;
b) T_1 WI 示脊髓内点片状或串珠样高信号(箭),提示脊髓内有出血灶;
c) 横轴面 T_2 WI 示脊髓中央有高信号(箭),其周围有低信号环绕;
d) 横轴面 T_2^* WI 示脊髓中央一类圆形低信号区(箭),提示脊髓内有出血;
e) 横轴面 SWI 图示脊髓中央一类圆形低信号区(箭),提示脊髓内有出血;
f) 横轴面 SWI 相位图示脊髓中央一类圆形低信号区(箭),提示脊髓内有出血。

SWI 显示脊髓肿瘤合并出血较 2D-MERGE T_2^* WI 及常规 FSE T_2 WI 更敏感。

在本组研究中 16 例健康志愿者也行常规 MRI 及 SWI 检查,均未见明显异常。总之,本组研究表明磁敏感加权成像对脊髓外伤微出血,脊髓占位性病变内微出血的显示明显优于常规 FSE T_2 WI 和 T_2^* WI 序列,对评估病情及判断预后都有重要意义,它可作为脊髓病变常规 MRI 检查的重要补充检查手段。

参考文献:

- [1] 朱文珍,漆剑频,申皓,等. MR 磁敏感加权成像技术在脑部血管性病变中的应用[J]. 中华放射学杂志,2007,41(10):1040-1044.
- [2] Wang M, Dai Y, Han Y, et al. Susceptibility weighted imaging in detecting hemorrhage in acute cervical spinal cord injury[J]. Magn Reson Imaging, 2011, 29(3):365-373.
- [3] Haacke EM, Xu Y, Cheng YC, et al. Susceptibility weighted imaging (SWI)[J]. Magn Reson Med, 2004, 52(3):612-618.
- [4] Haacke EM, Mittal S, Wu Z, et al. Susceptibility-weighted imaging: technical aspects and clinical application, part 1[J]. AJNR, 2009, 30(1):19-30.
- [5] Mittal S, Wu Z, Neelavalli J, et al. Susceptibility-weighted imaging: technical aspects and clinical applications, part 2[J]. AJNR, 2009, 30(2):232-252.

- [6] Ayaz M, Boikov AS, Haacke EM, et al. Imaging cerebral microbleeds using susceptibility-weighted imaging: one step toward detecting vascular dementia[J]. Magn Reson Imaging, 2010, 31(1):142-148.
- [7] Nandigam RN, Viswanathan A, Delgado P, et al. MR imaging detection of cerebral microbleeds: effect of susceptibility-weighted imaging, section thickness, and field strength[J]. AJNR, 2009, 30(2):338-343.
- [8] Katzberg RW, Benedetti PF, Drake CM, et al. Acute cervical spine injuries: prospective MR imaging assessment at a level 1 trauma center[J]. Radiology, 1999, 213(1):203-212.
- [9] Shin JC, Kim DY, Park CI, et al. Neurologic recovery according to early magnetic resonance imaging findings in traumatic cervical spinal cord injuries[J]. Yonsei Med J, 2005, 46(3):379-387.
- [10] Miyanji F, Farlan JC, Aarabi B, et al. Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome-prospective study with 100 consecutive patients[J]. Radiology, 2007, 243(3):820-827.
- [11] Mahmood NS, Kadavigere R, Avinash KR, et al. Magnetic resonance imaging in acute cervical spinal cord injury: a correlative study on spinal cord changes and 1 month motor recovery[J]. Spinal Cord, 2008, 46(12):791-797.

(收稿日期:2011-11-17 修回日期:2012-05-11)