

论著

磁敏感加权成像及扩散加权成像联合常规MRI在诊断脑内小灶性出血的临床研究*

殷 灿 邓喜青 胡 振
刘 琨 段圣武*

中南大学湘雅医学院附属株洲医院放射
影像科(湖南株洲 412000)

[摘要] 目的 探讨常规颅脑平扫序列联合磁敏感加权成像(SWI)、扩散加权成像(DWI)在诊断脑小灶性出血的临床诊断价值。**方法** 选取2021年1月至2023年1月我院收治的200例临床疑诊脑血管疾病患者作为研究对象，检查序列包括颅脑平扫序列、磁敏感加权成像及扩散加权成像序列，对符合研究标准的128例脑小灶性出血患者MRI图像进行研究，对比分析SWI、DWI、常规MRI平扫序列显示脑小灶性出血情况。**结果** 128例中，95例高血压脑微出血灶，20例脑淀粉样变性，4例脑梗死伴出血，9例海绵状血管瘤。小灶性出血在T₁WI上以低信号影为主，T₂WI和T₂-FLAIR上多呈稍高信号或等信号影为主，DWI序列中以低信号或等信号影为主。小灶性出血在SWI序列中多为点状、类圆形或环形低信号影。128例脑小灶性出血患者在SWI序列、DWI序列及常规平扫序列检出阳性病例数分别为128例、96例及40例，SWI序列中出血病灶的检出率较DWI和常规MRI序列高，差异具有统计学意义($P<0.05$)；SWI序列在128个患者中共发现896个出血性病灶，DWI和平扫序列检测出血病灶分别为302个和67个；SWI序列发现的出血灶数量显著高于DWI和磁共振平扫，差异具有显著性($P<0.05$)。并对128例脑小灶性出血部位进行了统计，235个在皮层区、216个在基底节区、208个在丘脑，237个在幕下；脑小灶性出血在不同区域的分布差异无统计学意义。**结论** SWI、DWI联合MRI平扫可提高脑内小灶性出血的诊断准确率，对患者相关脑内疾病的诊治与预后评价有重要临床意义。

【关键词】 磁共振成像；磁敏感加权成像；扩散加权成像；脑小灶性出血

【中图分类号】 R445.2; R743

【文献标识码】 A

【基金项目】 株洲市卫生人才135工程

重点科研项目(202155)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.004

Clinical Study of Magnetic Sensitive Weighted Imaging and Diffusion-weighted Imaging Combined with Conventional MRI in the Diagnosis of Intracerebral Hemorrhage*

YIN Can, DENG Xi-qing, HU Zhen, LIU Jun, DUAN Sheng-wu*.

Medical Imaging Center, The Affiliated Zhuzhou Hospital, Xiangya Medical College of Central South University, Zhuzhou 412000, Hunan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the clinical diagnostic value of conventional brain scan sequence combined with magnetic susceptibility weighted imaging (SWI) and diffusion weighted imaging (DWI) in the diagnosis of focal cerebral hemorrhage. **Methods** 200 patients with suspected cerebrovascular diseases from January 2021 to January 2023 were selected as the study subjects. The MRI images of 128 patients with focal cerebral hemorrhage were studied. **Results** Among 128 cases, 95 cases were hypertensive microhemorrhage, 20 cases were amyloidosis, 4 cases were cerebral infarction with hemorrhage, 9 cases were cavernous hemangioma. On T₁WI, focal hemorrhage was mainly hypointensive, on T₂WI and T₂-FLAIR, it was mainly hypointensive or isotensive, and on DWI, it was mainly hypointensive or isotensive. Focal hemorrhage in SWI sequences was dotted, round-like or circular hypointensity. In 128 patients with focal cerebral hemorrhage, there were 128, 96 and 40 positive cases in SWI sequence, 96 positive cases in DWI sequence and 40 positive cases in MRI sequence. The detectable rate of hemorrhagic focus in SWI sequence was higher than that in DWI sequence and MRI sequence, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). In 128 patients, SWI sequence found 896 hemorrhagic focus, while DWI sequence detected 302 and 67 hemorrhagic focus respectively. The number of hemorrhagic focus in SWI sequence was significantly higher than that in DWI and MRI sequence, and the difference was significant ($P<0.05$). There were 235 cases in cortex, 216 cases in basal ganglia, 208 cases in thalamus and 237 cases in supratentorial. There was no significant difference in the distribution of focal cerebral hemorrhage. **Conclusion** SWI, DWI combined with MRI can improve the diagnostic accuracy of focal cerebral hemorrhage, and have important clinical significance in the diagnosis, treatment and prognosis of patients with related brain diseases.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Magnetic Sensitive Weighted Imaging; Diffusion-Weighted Imaging; Small Focal Cerebral Hemorrhage

一般临幊上对于颅内较大量的出血，首选的检查方法是计算机体层摄影(computed tomography, CT)，然而在诊断脑内小灶性出血疾病上，传统的计算机体层摄影扫描与磁共振成像平扫序列显现出一定的诊断局限。相比之下，磁敏感加权成像(susceptibility-weighted Imaging, SWI)以其对磁场不均匀性的显著敏感，特别是在识别静脉系统及血流衍生物方面的能力，展现了独特优势。该技术能精准捕捉到任何阶段的出血迹象，显著提高了对细微出血区域的诊断效能。本研究选取2021年1月至2023年1月期间我院接诊的128名脑部小灶性出血患者，通过对他们的影像学数据与临床信息的回顾性分析，旨在探讨SWI及扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)联合常规MRI平扫对早期诊断脑小灶性出血疾病、病程随访和预后分析的临幊价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集本院2021年1月至2023年1月我院收治的200例临床疑诊脑内血管病变，且需行颅脑MRI检查患者的临床资料。排除标准：因健康状况或个人因素不适合接受MRI检查的人群；临床资料或影像学资料不完整者。200例患者通过MRI检查筛选出128例脑小灶性出血患者进行本研究。包括82例男性，46例女性，年龄43-89岁，平均年龄为(63.58±9.37)岁。

1.2 检查方法 所有患者均行常规MRI平扫(矢状位：T₁WI，横断位：T₂-FLAIR、T₂WI、T₁WI)、DWI及SWI成像序列。采用Siemens 3.0 T磁共振成像机器，头颈部矩阵线圈，受检者取仰卧位，患者均分别行T₁WI、T₂WI、T₂-FLAIR、DWI、SWI扫描，具体参数：(1)T₁WI：TR 250ms，TE 2.49ms，FOV 220mm×220mm，矩阵256×320，层厚5mm，层间距1.5mm，翻转角70°；(2)T₂WI：TR 4200ms，TE 95ms，FOV 230mm×230mm，矩阵265×448，层厚5mm，层间距1.5mm，翻转角150°；(3)T₂-Flair：TR 7500ms，TE 81ms，FOV 230mm×230mm，矩阵189×320，层厚5mm，层间距1.5mm，翻转角150°；(4)DWI：TR 4300ms，TE 98ms，FOV 220mm×220mm，矩阵173×192，层厚5mm，层间距1.5mm；(5)SWI：TR 27ms，TE 20ms，FOV 220mm×220mm，矩阵223×256，层厚1.5mm，层间距0.3mm，翻转角15°。

【第一作者】殷 灿，男，主治医师，主要研究方向：影像诊断研究。E-mail：790945035@qq.com

【通讯作者】段圣武，男，主任医师，主要研究方向：医学影像诊断研究。E-mail：dswpsl@sina.com

1.3 图像后处理及图像分析 通过专业的图像处理软件, 我们通过扩散加权成像(DWI)的数据转化得到表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图, 磁敏感加权成像的原始数据经过工作站的后处理算法, 得到SWI图像。随后, 由两位拥有超过十年的MRI诊断经验的放射科医师共同参与对常规MRI平扫序列、DWI以及SWI序列的小灶性出血显示效果和检出效率的对比分析。在所有图像上仔细观察, 逐一记录并统计小灶性出血病灶的数量、位置及信号特征。出现意见不一致时, 通过邀请第三名医师一起讨论解决。

1.4 统计学分析 本次研究中, 运用SPSS 26.0统计软件对全部数据进行分析。计量资料采用均数±标准差表示, 两样数据比较采用成对t检验; 采用 χ^2 检验对计数资料进行比较。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

在128例脑内小灶性出血患者的检测上, SWI、DWI及平扫序列分别检测出阳性病例数为128例、96例及40例。SWI序列在小灶性出血的检出能力上显著超越DWI及MRI平扫序列, 差异有统计意义($\chi^2=59.231$, $P<0.05$)。DWI序列在小灶性出血的检出率上也明显优于MRI平扫序列, 差异有统计学意义($\chi^2=21.290$, $P<0.05$), 见表1。在128例脑小灶性出血患者中, SWI序列总计检出896个小灶性出血, 远超DWI序列的302个和常规MRI序列的67个, 差异具有统计学意义($P<0.05$)。同时对脑小灶性出血在不同脑区的分布进行了统计, 结果显示, 皮层区有235个, 基底节区有216个, 丘脑有208个, 幕下有237个, 小灶性出血在不同区域的分布无统计学意义。

表1 脑内小灶性出血在不同序列上检出阳性例数及各部位病灶分布数量比较

序列	SWI	DWI	常规平扫
阳性	128	96	40
阴性	0	32	88
部位			
幕下	237	65	15
丘脑	208	74	17
皮层区	235	78	21
基底节	216	85	14
合计	896	302	67

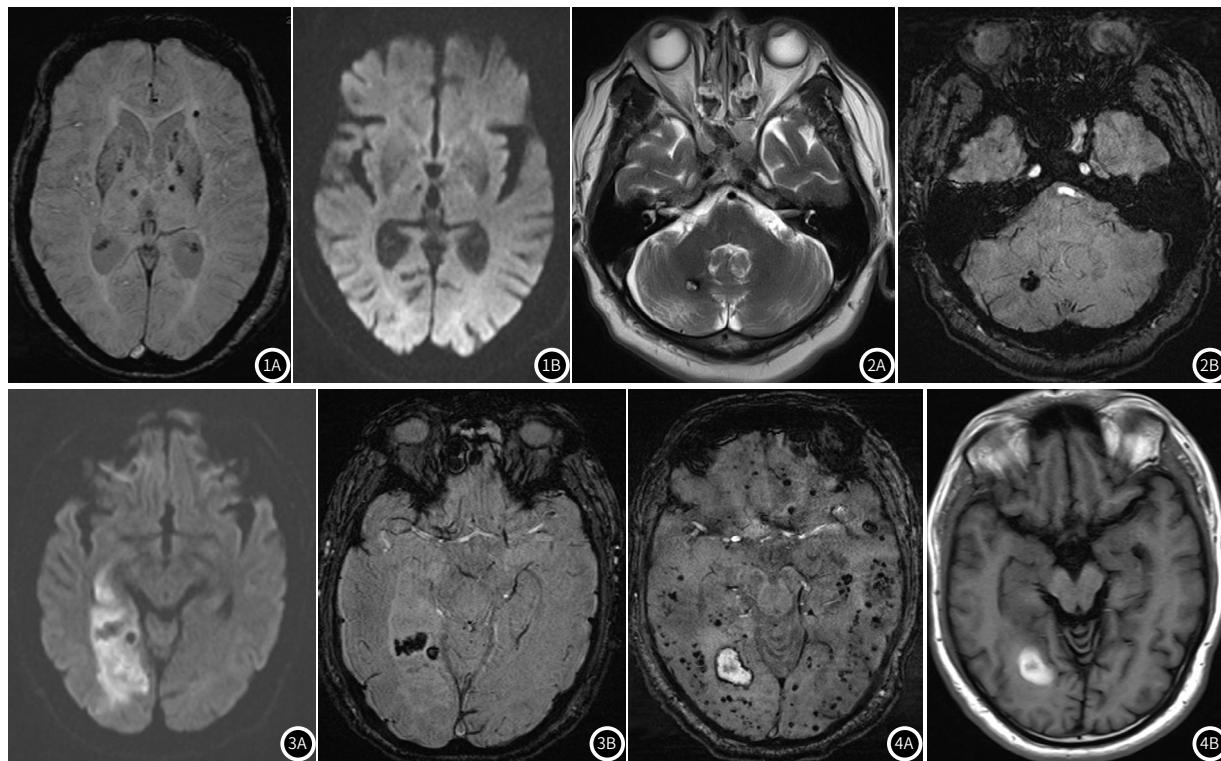


图1A-图1B 62岁, 男性, 高血压患者, SWI示双侧基底节区、侧脑室旁可见多发微出血灶, DWI也可显示少许微出血。

图2A-图2B 45岁, 女性, 海绵状血管瘤患者, T₂WI示右小脑见结节状高信号, 周围低信号环绕, SWI示右小脑病灶显示范围较T₂WI序列更大。

图3A-图3B 67岁, 男性, 脑梗死患者, DWI示右枕叶见急性脑梗死灶, 梗死灶内可见少许低信号影, SWI示梗死灶内见低信号出血灶。

图4A-图4B 78岁, 女性, 脑淀粉样变性患者, SWI序列上可见双侧大脑半球的皮层以及皮层下区域存在着多处微小的出血灶, 右枕叶见血肿形成, T₁WI示右枕叶高信号血肿。

3 讨 论

脑小血管病(cerebral small vessel disease, CSVD)是一种普遍存在于临床上的慢性、渐进性脑血管疾病。该病症的核心病理特征是针对脑内直径大约在40至200微米范围内的穿支小动脉、微动脉、小静脉、微静脉以及毛细血管网的损伤。CSVD的表现形式多样，涵盖了特定的临床表现、影像学特征和病理学变化，共同构成了一个相互关联的综合征群，反映了一系列由细微血管病变引起的脑功能障碍。脑小血管病也可急性发作，主要的表现是腔隙性脑梗死和脑实质小灶性出血。脑内小灶性出血是由脑小血管病变引起的出血灶，由于出血病灶较小，且早期症状不明显，但脑内小灶性出血是多种神经系统疾病的危险因素之一^[1-2]，比如脑卒中及痴呆等，其严重危害人类健康，特别是50岁以上中老年人。因此，研究脑小灶性出血意义重大。颅内较大量出血的症状一般明显，其诊断首选CT检查，但对于脑内小血管病变引起的小灶性出血，如高血压、脑淀粉样血管病、脑梗死以及海绵状血管瘤等引起的微小出血^[3]，CT检查及常规MRI序列极易漏诊、误诊。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)对检测血液成分、静脉血管、钙化、铁沉积等有较高的灵敏度，现已被广泛用于出血性病变、静脉血管性病变、肿瘤等的诊断及铁质的定量研究，特别是对脑内小灶性出血病变的诊断；另外SWI还可早期发现脑实质微出血灶，Thomas等^[4]的研究发现SWI在症状发生2.5h内就可检测出脑微出血灶。扩散加权成像现今被视为唯一一种能够在活体组织中无创性地探测水分子扩散动态的先进影像技术，其广泛应用于早期、超早期脑缺血的诊断，但我们比较容易忽视的是DWI还能够检测出部分脑小灶性出血灶，国外有相关报道^[5]。

本组脑小灶性出血病例可根据致病病因分为四大类，分别是高血压诱发的脑微血管出血，通常称为脑微出血(cerebral microbleeds, CMBs)、脑海绵状血管瘤(cavernoma, CM)、出血性脑梗死(hemorrhagic cerebral infarction, HCl)、脑淀粉样血管病(cerebral amyloid angiopathy, CAA)。本组病例中95例患有高血压，高血压脑微出血是由于长期高血压状态所致的脑内小血管壁的直接损伤，从而引起较少量的血液渗出。有研究者将CMBs数量作为患者发生认知障碍的预测因素之一，CMBs数量越多病灶越广泛，导致的认知功能障碍越严重^[6]。在95例患有高血压并伴多个脑微出血的患者中，使用传统的MRI平扫序列检查时，均未能有效地发现这些微小的出血病灶；所有病例SWI序列上均可见基底节区微小出血灶，DWI序列上48例患者可见低信号出血灶。95例高血压引起的脑微出血多在大脑的双侧基底节区域形成，这可能是由于基底节区含有大量的小穿支血管，受到高血压影响的可能性较其他区域相对更大，本研究结果与其他研究者相近^[7]。颅脑CT及常规MRI平扫序列难以检出这种高血压CMBs，而SWI对于检出这种CMBs高度敏感，多表现为均匀小圆形的低信号灶，见图1。

脑海绵状血管瘤(也称为海绵状血管畸形)是脑血管畸形的一种，其由众多薄壁血管组成的海绵状异常血管团，其供血动脉和引流静脉的管径大小通常与周围正常脑组织中的血管相似，血液流经这些血管团的速度相对缓慢。因此一般DSA较难发现，故又称隐匿性血管畸形。CM主要是由于先天性血管发育不良和后天进行放疗、病毒感染、手术等诱发本病有关系。CM可以出现在大脑的各个区域，更多地发生在脑的幕上区域，具体而言，它们最常被发现于大脑皮层下方的区域。CM可导致癫痫，出血，局部神经功能缺失，部分患者无明显临床症状。脑海绵状血管瘤的病理特点具有以下典型特征：血管壁缺乏支撑的平滑肌层和弹力纤维层，这使得血管壁容易破裂、血液流动缓慢或停滞，进一步可导致血栓形成。随着时间的推移，血栓中的钙盐沉积，形成钙化灶；反复出血后，血液中的红细胞分解，释放出铁离子，这些铁离子在血管瘤内积聚并氧化形成含铁血黄素。这些病理特点决定了其特征性影像学表现。CT表现为混杂高密度影，边界清晰，常有钙化斑，注入对比剂后可有轻度强化，也可表现无强化。MRI检查典型的表现为T₂WI序列上低信号环围绕的桑球状或蜂窝状混杂信号团块。病灶如存在新近出血，在T₁WI可呈高或稍高信号。SWI可敏感的探测到含铁血黄素的存在，对于显示CM病灶大小及多少比常规MRI更具优势。本组病变9例，T₂WI上均表现为结

节状混杂信号，周围见低信号环绕，在SWI、DWI序列上都可见类圆形或结节状低信号影，见图2。

出血性脑梗死是在脑梗死基础上，缺血区血管再灌注引起血管壁损伤而导致的小灶性出血改变^[8]。本组病例中出血性脑梗死4例，病灶在DWI上呈高信号，内夹杂少许低信号出血，SWI可见低信号的微出血夹杂在高信号梗死灶内，见图3。对于出血性脑梗死，SWI联合DWI既能对引发急性脑梗死的责任血管血栓进行定位，又能明确急性梗死灶范围，为临床治疗方案的制定及预后评价奠定了基础，对于临幊上怀疑卒中的患者可常规应用^[9]。SWI联合DWI能发现并诊断CT和MRI常规序列不能检测出的急性期脑梗死合并脑小灶性出血，从而为临幊早期干预提供理论依据^[10]。因此SWI联合DWI对于脑梗死伴出血转归的评价有一定意义。

脑淀粉样血管病是淀粉样物质沉积在软脑膜及皮质的血管壁而导致的血管病变^[11]，其症状为痴呆等精神症状，还可表现为多发、多次的脑出血。多见于55岁以上老人，常伴与阿尔茨海默病患者同时发病。CAA所致出血灶的数目一般较多，且体积较小，多为小圆形低信号，但严重者也可引起较大体积的血肿。脑淀粉样血管病的发病机制尚不明确，目前主要认为与Aβ沉积、自身免疫与炎症、基因突变等有关。本组病例中20例为CAA患者，在SWI及DWI序列上可见皮层、皮层下多发小圆形低信号，其中有1例合并右枕叶血肿，见图4。除1例血肿形成患者外，其余患者在MRI常规平扫序列均未见明显异常出血灶信号，但SWI可以敏感地显示皮层、皮层下多发的点状出血，该影像表现可高度提示脑淀粉样血管病。因此SWI可用于CAA的早期诊断及临床干预监测，从而减少或避免出现严重的并发症。

综上所述，SWI及DWI联合常规MRI不但能提高颅内小灶性出血疾病的检出率，还可进行诊断及鉴别诊断，从而减少漏诊、误诊，在临幊上有一定应用价值。

参考文献

- [1] Casolla B, Cordonnier C. Intracerebral haemorrhage, microbleeds and antithrombotic drugs [J]. Rev Neurol (Paris), 2021, 177 (1/2): 11~22.
- [2] Debette S, Schilling S, Duperron M G, et al. Clinical significance of magnetic resonance imaging markers of vascular brain injury: A systematic review and meta-analysis [J]. JAMA Neurol, 2019, 76: 81.
- [3] 荆彦平, 范起立, 骆宾, 等. 磁共振平扫联合磁敏感加权成像对颅内微出血疾病的诊断价值研究 [J]. 实用医学影像杂志, 2018, 19 (5): 386~389.
- [4] Thomas B, Somasundaram S, Thamburaj K, et al. Clinical application of susceptibility weighted MR imaging of the brain—an pictorial review [J]. Neuroradiology, 2008, 50 (2): 105~116.
- [5] Takahashi W, Moriya Y, Mizuma A, et al. Cerebral microbleeds on T2*-weighted images and hemorrhagic transformation after antithrombotic therapies for ischemic stroke [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2013, 22: 528~532.
- [6] 陆练军, 魏丽, 周锐, 等. 脑微出血致认知障碍患者颅脑MRI表现特点分析 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (6): 12~14, 48.
- [7] 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.
- [8] Park MG, Yoon CH, Baik SK, et al. Susceptibility vessel sign for intracranial thrombus in acute posterior cerebral artery infarction [J]. J stroke cerebrovasc Dis, 2015, 24 (6): 1229~1234.
- [9] Weisstanner C, Gratz PP, Schmid G, et al. Thrombus imaging in acute stroke: correlation of thrombus length on susceptibility weighted imaging with endovascular reperfusion success [J]. Eur Radiol, 2014, 24 (8): 1735~1741.
- [10] 刘志英, 赵利红, 唐聚花. MRI不同扫描模式在诊断急性期脑梗死合并脑微出血患者中的应用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16 (7): 65~67.
- [11] 张劲松, 张雪梅, 蒋云. 脑淀粉样血管病的病理影像和临床特点 [J]. 中华老年医学杂志, 2023, 42 (4): 472~477.