

# 磁共振 SWI 在未破裂脑动静脉畸形隐匿性出血中的应用及文献复习

吴 刚 刘 军 杨昌金 李 连 刘寿堂 陈 龙 朱 达 邱明兴

**【摘要】目的** 探讨磁共振敏感加权成像(SWI)诊断未破裂脑动静脉畸形(AVM)隐匿性出血的有效性。**方法** 前瞻性搜集 2016 年 1~12 月就诊于我院的 20 例 AVM,术前行磁共振常规序列及 SWI 序列扫描。计算机检索 PubMed、Science Direct、中国知网、万方数据等数据库,对未破裂 AVM 隐匿性出血相关研究进行总结。**结果** 20 例中,5 例(25%)隐匿性出血阳性,其中 3 例为单发,2 例为多发。共检索出 5 篇论著及 1 篇评论,这些研究均为病理学研究,隐匿性出血阳性率在 28.6%~37.0%;常规 MRI 对隐匿性出血的检出率约为 6.6%,高分辨 MRI 检出率约为 20%。**结论** SWI 在检测未破裂 AVM 隐匿性出血中具有较高的效能。

**【关键词】** 动静脉畸形;隐匿性出血;磁共振敏感加权成像;诊断

**【文章编号】** 1009-153X(2018)10-0655-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.4; R 455.2

**Application of SWI MRI to diagnosis of occult hemorrhage of unruptured cerebral arteriovenous malformation and review of the literature**

WU Gang, LIU Jun, YANG Chang-jin, LI Lian, LIU Shou-tang, CHEN Long, ZHU Da, QIU Xing-ming, MA Yi-ming. Department of Neurosurgery, Liuzhou people's Hospital, Liuzhou 545006, China

**【Abstract】 Objective** To explore the effect of magnetic resonance susceptibility-weighted imaging (SWI) on the detection of silent intralesional microhemorrhage (SIM) of unruptured cerebral arteriovenous malformations (cAVMs). **Methods** SWI were performed in 20 patients with unruptured cAVMs in our hospital from January to December, 2016. The literatures related to SIM obtained by searching the PubMed, Web of Science and Science Direct and so on database were reviewed. **Results** Of these 20 patients aged (24.6±12.5) years, 5(25%) had SIM and 15 not. SIM was single in 3 patients and multiple in 2 patients. The incidence of SIM detected by SWI was consistent with that (about 30%) found by previous histopathological studies in the patients with unruptured cAVMs. The findings on MR SWI could be small round focus or sheet distributions of irregular shape in the patients with SIM of unruptured cAVMs. **Conclusions** SWI is very helpful to preoperative detection of SIM in the patients with unruptured cAVMs. Further prospective study and long-term follow-up are needed in order to prove the value of SWI to the detection of SIM in the patients with unruptured cAVMs.

**【Key words】** Cerebral arteriovenous malformations; Silent intralesional microhemorrhage, Susceptibility-weighted imaging; MRI

脑动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)破裂导致颅内出血(intracerebral hemorrhage, ICH),具有较高的致残率和病死率。AVM破裂需要积极治疗,而未破裂 AVM 是否需要治疗尚有争议<sup>[1]</sup>。一项大型随机临床对照试验(ARUBA)显示,对于未破裂 AVM,保守治疗效果优于干预性治疗(手术切除、栓塞和立体定向放射治疗)<sup>[2]</sup>。AVM破裂出血的高危因素包括既往出血史、合并颅内动脉瘤、单一深静脉引流、位于深部和幕下等<sup>[3-8]</sup>。另外,有病理学研究显示,隐匿性出血,即畸形巢内微小体积、症状不典型或无明显症状的小出血,是 AVM破裂出血的独立危险因素<sup>[9,10]</sup>。因此,对于隐匿性出血阳性的

AVM,需要积极治疗。虽然病理检查是诊断隐匿性出血的金标准,但是只适用于术后,无法用于术前。磁敏感加权成像(susceptibility-weighted imaging, SWI)利用组织间的磁化率效应,产生局部磁场的相位改变,增加组织对比用图像明显表示的新成像技术<sup>[11]</sup>。对顺磁性物质引起的磁场不均匀敏感,去氧血红蛋白、正铁血蛋白及含铁血黄素等物质属于顺磁性物质,可引起局部磁场不均匀,SWI表现为低信号<sup>[11]</sup>。SWI已被用于脑梗死、脑出血、颅脑损伤、海绵状血管瘤、烟雾病、肿瘤卒中及大脑淀粉样血管病等,用于判断血管结构、出血和钙化等<sup>[12-16]</sup>。本文探讨 SWI 对未破裂 AVM 隐匿性出血的诊断价值。

## 1 资料和方法

1.1 研究对象 入组标准:①经 MRI 或 DSA 诊断明确的 AVM;②同意参加实验并签署知情同意书。排除

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2018.10.005  
作者单位:545006 广西,柳州市人民医院神经外科(吴 刚、刘 军、杨昌金、李 连、刘寿堂、陈 龙、朱 达、邱明兴)

标准:①有明确症状性脑出血病史;②接受过手术切除、栓塞或伽玛刀治疗;③有 MRI 检查禁忌症。

2016 年 1~12 月前瞻性收集就诊于我院的 AVM 20 例,其基本资料见表 1。

1.2 数据采集 术前行磁共振平扫和 SWI 扫描(3.0 T,西门子 AG,德国)。选用 16 通道相控阵头部线圈采集信号。SWI 序列主要参数:重复时间=45 ms;回波时间=20 ms;翻转角=20°;矩阵=448×384;视野=24 mm×24 mm;层厚=2.5 mm,同时得到幅度图和相位图,SWI 图是在复数域中将幅度图和相位图像重组;在 K 空间中滤波消除相位图像中的磁场不均一性伪影;制作相位蒙片并与幅值图像加权获得磁敏感加权图像。术前行 DSA 评估血管构筑特征(Allura Xper FD20, Philip/Artis zee floor, Siemens AG)。造影在局麻下进行,常规右侧股动脉穿刺,5F 股动脉鞘(Avanti+, Cordis Corporation)置入,150 cm 泥鳅导丝(Terumo)携 5F 造影管(Cordis)超选行双侧颈内动脉、颈外动脉和椎动脉正侧位、斜位造影,必要时行 3D 旋转造影。

1.3 影像评估 两名主治及以上影像科医师独立对影像学资料进行评估,隐匿性出血定义为 SWI 显示

小圆形或不规则低信号,排除钙化和血管结构。任何分歧由第三位副主任以上影像科医师进行评估。

2 结果

2.1 影像检查结果 20 例中,5 例(25%)隐匿性出血阳性,其中 3 例为单发,2 例为多发(各有 2 个出血点)。7 个隐匿性出血点中,5 个为规则圆形低信号区(图 1、2),2 个为不规则片状低信号区(图 3、4)。2 例伴有静脉扩张;2 例合并畸形团相关动脉瘤。

2.2 文献检索结果 PubMed、Science Direct、中国知网、万方数据等数据库搜索关键词“脑动静脉畸形/brain arteriovenous malformation”、“隐匿性出血/silent bleeding”,相关参考文献若涉及亦一并回顾,共检索出 5 篇论著及 1 篇评论<sup>[9, 10, 17~20]</sup>,具体情况见表 2。这些研究均为病理学研究,隐匿性出血被定义为含铁血黄素沉积或巨噬细胞浸润,阳性率为 28.6%~37.0%。常规 MRI 对隐匿性出血的检出率约为 6.6%,高分辨 MRI 检出率约为 20%。

3 讨论

与常规 MRI 平扫相比,SWI 对隐匿性出血更具

表 1 20 例 AVM 基线资料

病例	性别	年龄(岁)	症状	AVM 部位	功能区	供血动脉	引流静脉	最大径(mm)	S-M
病例 1*	男	28	头痛	左颞叶	否	左侧 MCA	S	23	I
病例 2	女	32	癫痫	左小脑	否	左侧 PCA	S,D	45	III
病例 3	男	8	头痛	右顶叶	是	右侧 ACA、MCA	S	28	II
病例 4	男	19	癫痫	左枕叶	是	左侧 MCA、PCA	S	35	III
病例 5	女	29	头痛	左额叶	否	左侧 ACA、MCA	S	62	III
病例 6*	男	37	头晕	右颞叶	否	右侧 MCA、PCA	S	37	II
病例 7	男	34	头痛	右小脑	否	右侧 PCA	S	51	II
病例 8	女	13	肢体无力	右基底节	是	左侧 ACA、MCA	S,D	32	IV
病例 9	男	6	癫痫	左顶叶	否	左侧 MCA	S	14	I
病例 10	男	58	癫痫	左枕叶	是	左侧 PCA	S	28	II
病例 11	男	16	头痛	左顶叶	否	左侧 ACA、MCA	S,D	58	III
病例 12	女	34	无症状	左颞叶	否	左侧 MCA	S	21	I
病例 13*	男	30	癫痫	右顶叶	N 否	右侧 PCA、MCA	S	33	II
病例 14	女	11	头痛	左顶叶	是	左侧 PCA	S,D	51	III
病例 15	男	23	肢体无力	左顶叶	是	左侧 ACA、MCA	S	35	III
病例 16	女	16	癫痫	左颞叶	否	左侧 MCA	S	28	I
病例 17*	男	18	头痛	右基底节	Y 是	右侧 MCA、ACA	S,D	45	IV
病例 18	男	28	头痛	左颞叶	否	左侧 MCA	S	39	II
病例 19	女	36	癫痫	左额叶	否	左侧 ACA	S	32	II
病例 20*	女	15	头痛	左小脑	否	左侧 PCA	S	32	III

注:AVM. 动静脉畸形;ACA. 大脑前动脉;MCA. 大脑中动脉;PCA. 大脑后动脉;S. 浅静脉;D. 深静脉;S-M. Spetzler-Martin 分级;\*. 隐匿性出血阳性

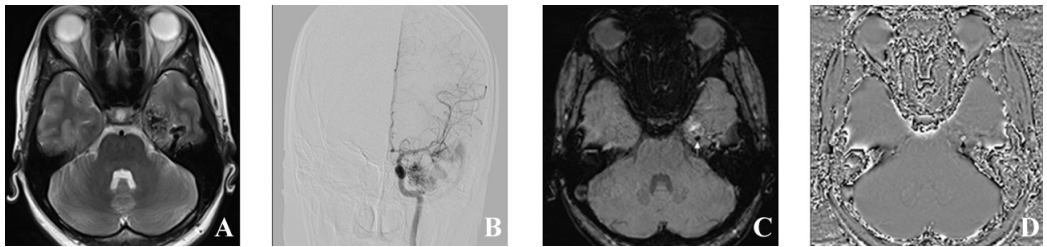


图 1 左侧额叶 AVM 影像

A. MRI T<sub>2</sub>轴位像显示左侧额叶 AVM;B. 左侧颈内动脉造影前后位显示左侧额叶畸形团;C. 磁共振 SWI 像轴位显示表现为低信号的圆形隐匿性出血点(↑示);D. 磁共振 SWI 相位图轴位像显示出血点为高信号(↑示);AVM. 动静脉畸形;SWI. 磁敏感加权成像

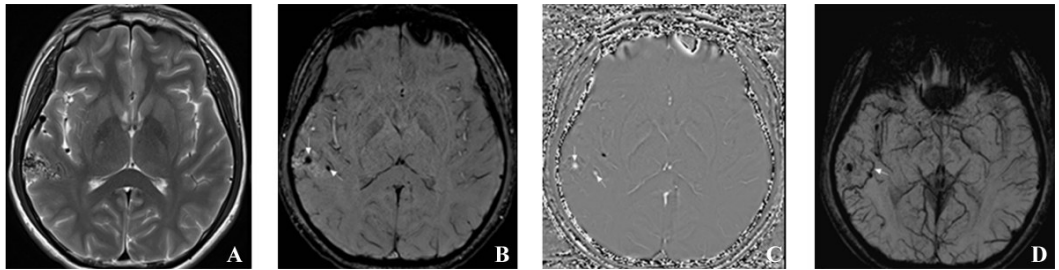


图 2 右侧额叶 AVM 影像

A. MRI T<sub>2</sub>轴位像显示右侧额叶 AVM;B. 磁共振 SWI 轴位像显示两处表现为低信号的圆形隐匿性出血点(↑示);C. SWI 相位图轴位像显示出血点为高信号(↑示);D. 磁共振 SWI 轴位 mIP 像显示出血点紧贴静脉(↑示);AVM. 动静脉畸形;SWI. 磁敏感加权成像

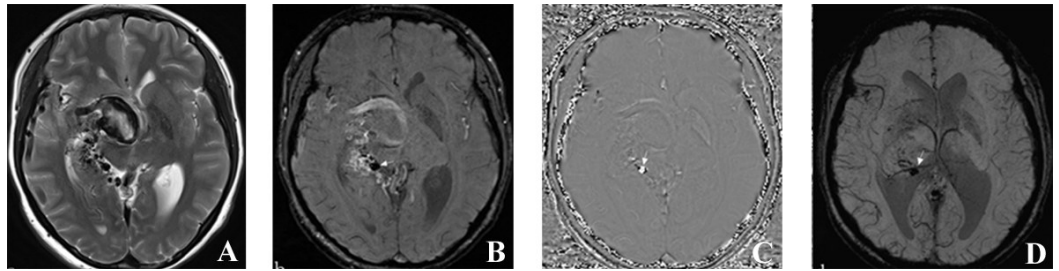


图 3 右侧基底节 AVM 影像

A. MRI T<sub>2</sub>轴位像显示右侧基底节区 AVM;B. 磁共振 SWI 轴位像显示圆形隐匿性出血点(↑示);C. SWI 相位图轴位像显示出血点为高信号(↑示);D. 磁共振 SWI 轴位 mIP 像显示出血点紧贴静脉(↑示);AVM. 动静脉畸形;SWI. 磁敏感加权成像

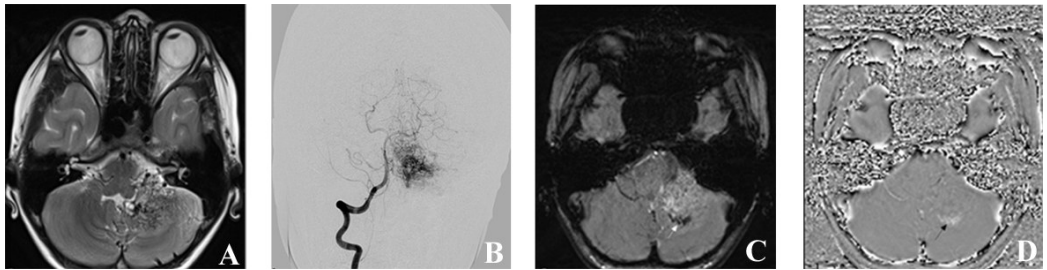


图 4 左侧小脑 AVM 影像

A. MRI T<sub>2</sub>轴位像显示左侧小脑 AVM;B. 右侧椎动脉造影前后位显示左侧小脑畸形团;C. 磁共振 SWI 像轴位显示隐匿性出血区域为不规则片状(↑示);D. 磁共振 SWI 相位图轴位像显示出血区域为高信号(↑示);AVM. 动静脉畸形;SWI. 磁敏感加权成像

敏感性。本文结果显示,隐匿性出血阳性率为 25%,远远高于文献报道的 MRI 平扫和高分辨 MRI<sup>[9, 10, 17-20]</sup>。1982 年, Yoshio 等<sup>[17]</sup>首先通过分析手术切除的未破裂 AVM 的组织标本发现 16 例中 5 例(31%)隐匿性出血阳性,因此,他们认为未破裂 AVM 隐匿性出血的发生率比人们认为的要高。Yi 等<sup>[9]</sup>病理学研究显示,隐匿性出血发生率为 29.6%。同样, Abila 等<sup>[10]</sup>研究显示,隐匿性出血发生率为 28.6%。本文是基于特殊影像技术研究,隐匿性出血阳性率(25%)接近病理学研究结果,初步说明 SWI 诊断隐匿性出血



表 2 AVM 隐匿性出血相关文献检索结果

文献	总例数(例)	未破裂(例)	SIM 标志物	SIM 阳性(例)
Yoshio, 1982 <sup>[17]</sup>	16	16	含铁血黄素	5(31.2%)
Prayer, 1993 <sup>[20]</sup>	51	30	常规 MRI 示 EOOH	6(20%)
Yi Guo, 2012 <sup>[9]</sup>	975	960	高分辨 MRI 示 EOOH	63(6.6%)
	127	NA	含铁血黄素	NA(29.6%)
	127	NA	巨噬细胞浸润	NA(37.0%)
Adib, 2015 <sup>[10]</sup>	242	105	含铁血黄素	30(28.6%)
	242	105	巨噬细胞浸润	37(35%)
Melike, 2016 <sup>[19]</sup>	448	172	含铁血黄素	57(33%)
SWI study	20	20	SWI 序列 EOOH	5(25%)

注:AVM. 动静脉畸形;SIM. 隐匿性出血;EOOH. 陈旧性出血;NA. 不详

具有较高的敏感性,诊断效能较高。

隐匿性出血的形成可能是异常血管团或小的引流静脉薄弱处外渗引起,可以提示血管薄弱点或者脆性增加。大部分隐匿性出血出现在静脉周围,动脉周围少见,原因可能是动脉端压力较高,一旦有出血点,出血量较大,便可引起症状性出血,无症状隐匿性出血单独存在的状态很难维持,而静脉端压力较低,血液经薄弱处渗出,血液遇到组织后便可很快凝固,便可使小的隐匿性出血状态维持。本文结果显示,隐匿性出血形态具有多样性,可为小的、圆形低信号区,或者片状、不规则低信号区。

Abla 等<sup>[10]</sup>研究证实,隐匿性出血是进展性 AVM 的特点之一,隐匿性出血阳性组 AVM 破裂率远高于阴性组(76% vs 42%; $P<0.001$ )。有研究显示既往出血史( $OR=2.82$ , 95% CI 0.99~8.04,  $P=0.052$ )和隐匿性出血(比值比=3.53, 95% CI 1.35~9.23,  $P=0.01$ )具有相近的风险比<sup>[9]</sup>。ARUBA 结论证实,未破裂 AVM 应给予保守治疗<sup>[2]</sup>。然而,隐匿性出血阳性的未破裂 AVM 应给予积极治疗,因为隐匿性出血与既往症状性出血病史一样,是症状性出血的高危因素。

总之,SWI 检测未破裂 AVM 隐匿性出血具有较高的效能,但是否可以使用 SWI 检测隐匿性出血进行预测 AVM 破裂出血还需要进一步研究。

【参考文献】

[1] 中华医学会神经外科学分会介入学组. 脑动静脉畸形介入治疗中国专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2017, 33: 1195-1203.

[2] Mohr JP, Parides MK, Stapf C, *et al.* Medical management with or without interventional therapy for unruptured brain arteriovenous malformations (ARUBA): a multicentre, non-

blinded, randomised trial [J]. *Lancet*, 2014, 383(9917): 614-621.

[3] ApSimon HT, Reef H, Phadke RV, *et al.* A population-based study of brain arteriovenous malformation: long-term treatment outcomes [J]. *Stroke*, 2002, 33(12): 2794-800.

[4] Brown RD Jr, Wiebers DO, Forbes G, *et al.* The natural history of unruptured intracranial arteriovenous malformations [J]. *J Neurosurg*, 1988, 68(3): 352-357.

[5] Halim AX, Johnston SC, Singh V, *et al.* Longitudinal risk of intracranial hemorrhage in patients with arteriovenous malformation of the brain within a defined population [J]. *Stroke*, 2004, 35(7): 1697-1702.

[6] Mast H, Young WL, Koennecke HC, *et al.* Risk of spontaneous haemorrhage after diagnosis of cerebral arteriovenous malformation [J]. *Lancet*, 1997, 350(9084): 1065-1068.

[7] Yamada S, Takagi Y, Nozaki K, *et al.* Risk factors for subsequent hemorrhage in patients with cerebral arteriovenous malformations [J]. *J Neurosurg*, 2007, 107(5): 965-972.

[8] Lv X, Liu J, Hu X, *et al.* Patient age, hemorrhage patterns, and outcomes of arteriovenous malformation [J]. *World Neurosurg*, 2015, 84(4): 1039-1044.

[9] Guo Y, Saunders T, Su H, *et al.* Silent intralesional microhemorrhage as a risk factor for brain arteriovenous malformation rupture [J]. *Stroke*, 2012, 43(5): 1240-1246.

[10] Abla AA, Nelson J, Kim H, *et al.* Silent arteriovenous malformation hemorrhage and the recognition of "unruptured" arteriovenous malformation patients who benefit from surgical intervention [J]. *Neurosurgery*, 2015, 76(5): 592-600.

[11] Haacke EM, Xu Y, Cheng YC, *et al.* Susceptibility weighted imaging (SWI) [J]. *Magn Reson Med*, 2004, 52(3): 612-618.

（上接第658页）

- [12] Di Ieva A, Lam T, Alcaide-Leon P, *et al.* Magnetic resonance susceptibility weighted imaging in neurosurgery: current applications and future perspectives [J]. J Neurosurg, 2015, 123(6): 1463–1475.
- [13] Nighoghossian N, Hermier M, Adeleine P, *et al.* Old microbleeds are a potential risk factor for cerebral bleeding after ischemic stroke: a gradient-echo T2\*-weighted brain MRI study [J]. Stroke, 2002, 33(3): 735–742.
- [14] Tong KA, Ashwal S, Holshouser BA, *et al.* Hemorrhagic shearing lesions in children and adolescents with posttraumatic diffuse axonal injury: improved detection and initial results [J]. Radiology, 2003, 227(2): 332–339.
- [15] Pinker K, Stavrou I, Szomolanyi P, *et al.* Improved preoperative evaluation of cerebral cavernomas by high-field, high-resolution susceptibility-weighted magnetic resonance imaging at 3 Tesla: comparison with standard (1.5 T) magnetic resonance imaging and correlation with histopathological findings—preliminary results [J]. Invest Radiol, 2007, 42(6): 346–351.
- [16] Haacke EM, DelProposto ZS, Chaturvedi S, *et al.* Imaging

cerebral amyloid angiopathy with susceptibility-weighted imaging [J]. Am J Neuroradiol, 2007, 28(2): 316–317.

- [17] Miyasaka Y, Nakayama K, Matsumori K, *et al.* Clinicopathological study and clinical significance of ‘silent’ hemorrhage in arteriovenous malformations of the brain [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 1982, 22(12): 989–994.
- [18] Defillo A, Kennedy J. Silent arteriovenous malformation hemorrhage and the recognition of "unruptured" arteriovenous malformation patients who benefit from surgical intervention [J]. Neurosurgery, 2015, 77(5): E842–843..
- [19] Pekmezci M, Nelson J, Su H, *et al.* Morphometric characterization of brain arteriovenous malformations for clinical and radiological studies to identify silent intralesional microhemorrhages [J]. Clin Neuropathol, 2016, 35(3): 114–21.
- [20] Prayer L, Wimberger D, Stiglbauer R, *et al.* Haemorrhage in intracerebral arteriovenous malformations: detection with MRI and comparison with clinical history [J]. Neuroradiology, 1993, 35(6): 424–427.

（2018-03-09 收稿, 2018-08-22 修回）