

SWI 在脑胶质瘤诊断和治疗中的应用进展

张小芬¹, 陆依娜¹, 徐千惠², 吴双成², 何震杰², 陈昱钱²

(1. 浙江树人学院树兰国际医学院, 浙江 杭州 310015;

2. 嘉兴学院医学院, 浙江 嘉兴 314001)

摘要: 脑胶质瘤是临床上一种难治愈的颅内原发性肿瘤, 具有侵袭性生长、预后不良、易复发的特点。目前常规 MRI 序列对脑胶质瘤内部结构, 如出血灶、肿瘤增生血管等显示不佳。而磁敏感加权成像(SWI)是利用组织间磁敏感差异为基础的新型磁共振成像(MRI)技术, 基于不同组织存在的磁敏感差异, 其对胶质瘤内引流静脉以及出血产物等具有良好显示。本文就 SWI 在脑胶质瘤的瘤内出血和钙化、分级和鉴别诊断以及治疗中的应用作一综述, 以期为该病的诊断、治疗以及预后评估等提供更多的参考依据。

关键词: 脑胶质瘤; 磁敏感加权成像; 肿瘤内磁敏感性信号

中图分类号: R739.41

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2023.06.041

文章编号: 1006-1959(2023)06-0181-05

Application Progress of SWI in Diagnosis and Treatment of Glioma

ZHANG Xiao-fen¹, LU Yi-na¹, XU Qian-hui², WU Shuang-cheng², HE Zhen-jie², CHEN Yu-qian²

(1. Shulan International Medical College of Zhejiang Shuren University, Hangzhou 310015, Zhejiang, China;

2. Medical College of Jiaxing University, Jiaxing 314001, Zhejiang, China)

Abstract: Glioma is a clinically refractory primary tumor in the upper intracranial brain, characterized by aggressive growth, poor prognosis and easy recurrence. At present, conventional MRI sequences are not effective in showing the internal structure of glioma, such as hemorrhagic focus and tumor hyperplasia vessels. Susceptibility weighted imaging (SWI) is a new MRI technology based on the magnetic sensitivity differences among tissues. Based on the magnetic sensitivity differences existing in different tissues, SWI has a good display of drainage veins and bleeding products in glioma. This article reviews the application of SWI in intratumoral hemorrhage and calcification, grading and differential diagnosis and treatment of glioma, in order to provide more reference for the diagnosis, treatment and prognosis evaluation of the disease.

Key words: Glioma; Susceptibility weighted imaging; Intratumoral susceptibility signals

脑胶质瘤(glioma)是由于大脑胶质细胞癌变而产生的一种临床常见的脑恶性肿瘤, 约占中枢神经系统恶性肿瘤的 80%^[1], 且具有侵袭性生长、预后不良、易复发的特点。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是在强外磁场环境下, 利用组织间的磁敏感差异和血氧水平依赖效应成像的磁共振检查新技术。根据脑胶质瘤病灶组织间不同部位的磁敏感差异和血氧水平依赖效应, SWI 成为一项能显示瘤内新生血管生长状况、出血病灶及区分钙化并显示肿瘤内磁敏感信号强度的无创性磁共振成像技术^[2]。目前, SWI 在临床脑胶质瘤的诊断和治疗上提供了相当重要的临床价值。本文主要对 SWI 在脑胶质瘤的瘤内出血和钙化、分级和鉴别诊断以及治疗中的应用进行综述, 以期为该病的诊断、治疗

以及预后评估提供一定的参考依据。

1 SWI 对脑胶质瘤内出血和钙化的识别或者鉴别

SWI 较传统磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 更能够检测到病灶内包括铁、钙化、小静脉、血液和骨骼等组织结构和化合物, 从而构建颅内病灶出血成像, 将血液制品和瘤内微小血管形成及评估大脑中的铁沉积实现可视化的磁敏感成像。

常规影像学检查如 MRI 在 T₁ 和 T₂ 加权成像显示的信号强度中, 很难识别钙化区域, 已不能作为检验钙化的第一标准。SWI 在鉴别瘤内病灶出血和钙化具有重要临床意义。在 SWI 幅度图像中, 瘤内低信号显示为出血, 钙化区域表现为高信号, 周边的暗环结构由于血脑屏障破坏, 有出血现象而呈现低信号。Berberat J 等^[3]对 11 例脑胶质瘤患者用 SWI 进行病理组化检验, 高达 86% 的实验对象可经 SWI 准确鉴别瘤内病灶内的钙化与出血。

2 SWI 在脑胶质瘤诊断中的应用

2.1 SWI 在脑胶质瘤分级诊断中的应用 脑胶质瘤为神经上皮组织内的胶质细胞病变而来, 属于临床

基金项目: 嘉兴学院 SRT 计划项目(编号: CD8517211481)

作者简介: 张小芬(1989.8-), 女, 江西玉山县人, 硕士, 讲师, 主要从事脑静脉断层影像解剖研究

上常见的颅内恶性肿瘤,预后差^[4]。肿瘤的分级对脑胶质瘤临床治疗有重要指导作用,高级别胶质瘤手术切除的同时必须配合放疗或辅助化疗,而低级别胶质瘤仅通过手术切除就可以治愈^[5]。同时,不同级别的胶质瘤发展速度及预后状况均存在差异,级别越高的脑胶质瘤往往预后越差,并且分级结果与患者存活率吻合度高^[6]。因此,术前进行脑胶质瘤级别的鉴定对临床治疗(包括治疗方案的制订、手术成功率、预后效果、肿瘤复发率)具有重要意义。

目前,SWI已应用于临床脑胶质瘤的分级诊断,这主要归功于肿瘤内磁敏感性信号(intratumoral susceptibility signals, ITSS)。ITSS为SWI上肿瘤内磁敏感性低信号区,代表肿瘤内部的静脉血管或微出血,形态上呈点状、细线样及点线样结构,大小无规律,分布不均匀,伴或不伴有聚集,上下层面不连续。在MIP图像上找出肿瘤内低信号区最多的层面,采用视觉评估,通过观察低信号数量及形态判断肿瘤的级别,即肿瘤内部聚集或不聚集、成簇低信号的细微线状或点状结构,在SWI图像上可明显观察到。根据ITSS的发生率和具体形状分为以下4级:0级:无低信号;1级:1~5个点状或细线状ITSS;2级:6~10个点状或细线状ITSS;3级:大于11个点状或细线状ITSS,且在肿瘤连续区域内。若整个病灶或病灶的大部分区域呈块状低信号,则认为是3级,这是由于铁质沉积过多而造成的伪影。

张宝红等^[7]用MRI常规序列和SWI同时对36例脑胶质瘤患者进行术前分级发现SWI序列术前分级与手术标本的病理学分级符合率达75%,而MRI常规序列仅为55.5%,这说明SWI在胶质瘤术前分级的诊断中具有明显优势。有学者对经病理证实胶质瘤患者行术前SWI扫描并对ITSS级别进行分级判断与病理结果对照分析,通过Spearman相关分析显示ITSS分级与病理分级呈显著正相关,肿瘤级别越高,ITSS值越大,差异有统计学意义^[8-11]。不过,杜常月等^[12]采用SWI和3D-ASL两种技术,对Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ级胶质瘤进行分级研究,发现联合SWI及3D-ASL对胶质瘤分级的诊断效能大于单独应用某一种技术,并且SWI诊断效能高于3D-ASL。

哈热勒哈什·安曼太等^[13]将按病理学分级标准分为低级别组和高级别组的胶质瘤患者,通过SWI检测进行ITSS分级比较,发现高级别胶质瘤ITSS分级明显高于低级别胶质瘤,并且肿瘤实质区与瘤

周水肿区相对脑血容量(relative cerebral blood Volume, rCBV)值高于低级别胶质瘤。Xu J等^[14]通过对49名神经胶质瘤患者的ITSS的评估得出肿瘤内的ITSS程度在高级别胶质瘤中显著高于低级别胶质瘤。因此,肿瘤内ITSS的数量和形态可以用于鉴别高、低级别的胶质瘤,SWI对于胶质瘤低级别与高级别的评估效能较高^[15,16]。杨涛等^[17]也在实验研究中提出对ITSS分级定义0、1级为低级别胶质瘤,2、3级为高级别胶质瘤。SWI可用于胶质瘤分级诊断的原因可能为:①胶质瘤级别越高,瘤内微小血管病变越显著,瘤血管生长供不应求使瘤细胞分泌血管内皮生长因子,促进血管形成;②高级别胶质瘤内瘤细胞生长迅速,需氧量增加,容易引起缺氧,导致血管内脱氧血红蛋白增加,表现为SWI低信号越多。

2.2 SWI在脑胶质瘤鉴别诊断中的应用 目前脑胶质瘤的影像学检查主要为MRI平扫+增强为主,同时MRI其他序列,例如磁共振弥散加权成像、灌注成像、弥散张量成像等也被用于胶质瘤的鉴别诊断中,但对于一些影像学特征相似疾病的鉴别诊断依然效果不佳。SWI作为一项新的技术,能较好地显示颅内肿瘤实体内的血管、微小出血,所以SWI在胶质瘤的鉴别诊断中具有重要意义。目前SWI在已逐渐应用于胶质瘤的鉴别诊断中,尤其与脑转移瘤、脑脓肿、淋巴瘤以及脑膜瘤等鉴别诊断方面取得一定的成果。

2.2.1 与脑转移瘤的鉴别诊断 高级别脑胶质瘤与脑转移瘤在在常规MRI影像表现上有共同之处,尤其当高级别胶质瘤多发或脑转移瘤单发时,准确鉴别诊断两者难度较大。SWI显示肿瘤内部静脉及微出血灶具有显著优势,因而能较常规MRI提供更多肿瘤内部信息,有利于肿瘤性质的判断。周新韩等^[18]研究发现,高级别胶质瘤瘤内静脉在肿瘤内部与边缘均见分布,甚至可见杂乱细小的吻合支及较粗大引流静脉,而脑转移瘤血管较为细小,吻合支少见,并且前者瘤内静脉明显多于后者。刘芳等^[19]也同样发现脑胶质瘤患者的瘤内静脉数值高于脑转移瘤患者,二者差异有统计学意义($P<0.05$)。另外,王娇燕等^[20]对21例胶质母细胞瘤和21例单发脑转移瘤的SWI指标比较分析发现,两者在ITSS评分以及出血个数无差异,但胶质母细胞瘤静脉数目明显高于脑转移瘤,出血指数明显低于脑转移瘤,对两者的鉴别诊断具有一定价值。

因此,当高级别胶质瘤与脑转移瘤利用常规 MRI 方法难以鉴别时,应用 SWI 观察瘤内静脉对二者的鉴别诊断具有辅助意义。当瘤内无静脉或静脉少,血管细小,以边缘分布为主且较为稀疏时,或者未见明确细小吻合支等情况时,出血指数较高时,应首先考虑脑转移瘤脑转移瘤,高级别胶质瘤的诊断应放在次位。

2.2.2 与脑脓肿的鉴别诊断 脑脓肿和脑胶质瘤在常规磁共振中都呈现伴有周围水肿的环形加强图像通常难以区分,但脑脓肿形成后期脓肿内部坏死物质被炎症细胞吞噬、溶解会形成脓腔,加上胶原纤维包裹病灶难以形成新生血管,因此脑胶质瘤在 SWI 图像中磁敏感信号检出率会远高于脑脓肿。马伦等^[21]对 23 例坏死性脑胶质瘤患者以及 16 例脑脓肿患者研究,通过判断 SWI 是否检出 ITSS,研究发现 23 例坏死性胶质瘤患者中 22 例(95.7%)患者检出 ITSS,16 例脑脓肿患者中 6 例(37.5%)检出 ITSS,利用 ITSS 区分坏死性胶质瘤和脑脓肿敏感性为 96%,特异性为 63%,且坏死性脑胶质瘤患者 ITSS 检出率大于脑脓肿患者($OR=36.67, P=0.002$)。这可能与脑脓肿病灶内缺乏新生血管和出血成分有关,由此可见,SWI 在坏死性脑胶质瘤与脑脓肿的鉴别诊断中具有重要价值。

2.2.3 与脑淋巴瘤的鉴别诊断 脑淋巴瘤和高级别胶质瘤均为临床上颅内恶性肿瘤,对于脑淋巴瘤与高级别胶质瘤的治疗临床上也有较大区别,前者主要采用放化疗为主,后者主要以手术治疗为主。因此对原发性脑淋巴瘤和高级别胶质瘤准确鉴别对治疗方案的选择和病人预后具有重要意义。由于两种肿瘤均具有明显的侵袭性生长方式,在常规 MRI 序列上两者表现较为相似,不易区分。然而,SWI 利用其对微血管结构的显示优势,基于其直观显示肿瘤内的磁敏感信号,对于鉴别脑淋巴瘤和高级别胶质瘤具有重要的临床价值^[22]。王敏等^[23]通过对 15 例原发性脑淋巴瘤和 22 例高级别胶质瘤的常规 MRI 及 SWI 影像学表现进行观察,SWIminIP 图像上的肿瘤内血管结构及半定量评分显示原发性脑淋巴瘤组肿瘤内血管结构半定量评分明显低于高级别胶质瘤组,证实 SWI 血管结构半定量评分有助于原发性脑淋巴瘤与高级别胶质瘤的鉴别诊断。这主要归因于脑淋巴瘤是一种乏血供,颅内淋巴瘤的微血管密度明显低于高级别胶质瘤,可利用 SWI 中 ITSS 对淋

巴瘤与胶质瘤进行较好的鉴别诊断。Di IA 等^[24]应用肿瘤内 SWI 信号的体积分数和分形维数对 78 例脑肿瘤患者研究后发现,淋巴瘤和高级脑胶质瘤在分形维数上具有明显差异,从而证明 SWI 对两者的鉴别诊断具有重要作用。

2.2.4 与脑膜瘤的鉴别诊断 脑膜瘤是中枢神经系统最常见的轴外肿瘤,肿瘤供血血管和肿瘤微血管的显示对脑膜瘤的鉴别诊断及临床治疗具有指导意义。脑膜瘤为良性肿瘤,但其血管十分丰富,且大部分为成熟的肿瘤血管,因此,在 SWI 上主要表现为分布有规律的网格状的低信号静脉血管影像,血管间的肿瘤组织为均匀的等信号^[25]。而高级别脑胶质瘤血管同样丰富,但大多不成熟、通透性高,容易出现坏死和出血,因此在 SWI 上表现为点状、线状的低信号区,与脑膜瘤的影像表现明显不同。研究发现^[24],通过肿瘤内 SWI 信号的体积分数和分形维数,可以很好地鉴别低级别胶质瘤,Ⅲ级、Ⅳ级胶质瘤和脑膜瘤。

3 SWI 在脑胶质瘤治疗中的应用

3.1 手术切除时确定肿瘤大小和边缘 手术切除仍是胶质瘤综合治疗的基础,因而检测和确定肿瘤的位置、大小和边缘显得尤为重要。目前,通过常规影像检查确定瘤体大小非常困难,随着 SWI 在胶质瘤诊断中的应用,取得了一定的进展。有学者通过对 64 例脑胶质瘤患者研究发现^[13],和常规序列相比,SWI 序列对于肿瘤边界的显示更为清晰,同时可呈现肿瘤微小血管病变信息,胶质瘤肿瘤实质区 rCBV 值均高于瘤周水肿 rCBV 值,这说明 SWI 可在一定程度上指导术中脑胶质瘤切除。任可伟等^[26]也同样认为 SWI 在显示胶质瘤边界、病理静脉、出血灶情况方面具有优势,对胶质瘤手术的制定具有指导意义。另外,有研究提出胶质瘤 ITSS 的变化与它的位置和体积具有相关性,ITSS 的形态随着肿瘤体积的变化而改变^[27]。Blasiak B 等^[28]使用超顺磁纳米氧化铁作为造影剂,向患有胶质瘤的大鼠注射,使在 SWI 图像上肿瘤边界与正常组织交界处磁敏感性差异增大,从而准确确定胶质瘤边缘和大小。造影在肿瘤边缘更明显的原因可能与巨噬细胞和小胶质细胞在肿瘤边缘聚集有关^[29,30]。这些研究表明 SWI 联合纳米氧化铁造影剂可确定肿瘤边缘,大大提高手术切除的精度。

3.2 判断肿瘤预后和疗效 不同级别的胶质瘤发展

速度及预后状况均存在差异,级别越高的脑胶质瘤往往预后越差。SWI 图像对肿瘤内静脉血管结构十分敏感,因此可显示肿瘤内血管结构以及检测体内抗血管生成治疗的效果,为脑胶质瘤治疗疗效的评估提供辅助。研究发现^[31],治疗前 SWI 显示更多低信号区域的胶质母细胞瘤患者在手术切除后同时接受抗血管生成治疗、化疗以及放疗后具有更好的疗效。Fellah S 等^[32]对 1 例复发的胶质母细胞瘤进行药物治疗,同时用 SWI 评价不同时期肿瘤内血管变化情况来看判定治疗效果。可见,SWI 是一个进行随访的有效放射学工具,可通过其良好显示脑质瘤内的血管结构变化来辅助评估治疗效果。

4 总结与展望

SWI 在脑胶质瘤分级评估、鉴别其它颅内疾病以及治疗较常规影像学检测具有重要意义。根据 ITSS 的发生率和具体形状有利于脑胶质瘤分级诊断。通过瘤内静脉、新生血管、微出血的观察,有助于与其它颅内肿瘤的鉴别诊断。当 SWI 与其它技术的联合时,可更加精细地反映病灶信息,为脑胶质瘤的治疗、评估等提供更多依据。不过,SWI 在脑胶质瘤中的应用也存在部分不足,例如肿瘤出血产物沉积带来的磁敏感伪影会使病灶的低信号区域常常被夸大,影响病灶内其它结构的显示。随着技术的不断改进,相信 SWI 可显示胶质瘤更加细微的血管结构变化从而为胶质瘤的研究提供更多的信息和依据。

参考文献:

- [1]朱巍,高燕,王培军.多模态功能 MRI 评估脑胶质瘤 IDH1 突变状态的研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志,2021,27(3): 179-184.
- [2]Hsu CC,Watkins TW,Kwan GN,et al.Susceptibility-Weighted Imaging of Glioma: Update on Current Imaging Status and Future Directions[J].J Neuroimaging,2016,26(4):383-390.
- [3]Berberat J,Grobholz R,Boxheimer L,et al.Differentiation between calcification and hemorrhage in brain tumors using susceptibility-weighted imaging: a pilot study [J].AJR Am J Roentgenol,2014,202(4):847-850.
- [4]Schittenhelm J.Recent advances in subtyping tumors of the central nervous system using molecular data [J].Expert Rev Mol Diagn,2017,17(1):83-94.
- [5]何金龙,高阳,李波,等.DCE-MRI 联合 MTI 在脑胶质瘤分级及浸润中的应用价值[J].临床放射学杂志,2021,40(4):651-655.
- [6]李德培,陈银生,郭琤琤,等.脑胶质瘤的临床疗效和预后因素分析(附 741 例报告)[J].中华神经外科杂志,2018,34(9):905-909.
- [7]张宝红,周福庆,龚洪翰,等.磁敏感加权成像在脑胶质瘤术前分级的应用研究 [J]. 实用放射学杂志,2016,32 (6):837-840,848.
- [8]Xu J,Xu H,Zhang W,et al.Contribution of susceptibility- and diffusion-weighted magnetic resonance imaging for grading gliomas[J].Exp Ther Med,2018,15(6):5113-5118.
- [9]杜常月,苗娜,齐旭红,等.磁敏感加权成像及体素内不相干运动成像在脑胶质瘤术前分级中的应用研究[J].肿瘤影像学,2019,28(3):139-144.
- [10]苏春秋,韩秋月,周茂冬,等.动态对比增强 MRI 纹理分析法与磁敏感加权成像联合应用在脑胶质瘤分级中的价值[J].临床放射学杂志,2018,37(8):1264-1268.
- [11]沈烨,谢红,恽健,等.探讨磁共振 SWI 序列对脑胶质瘤术前分级的应用价值[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2020,18(8):13-15,59.
- [12]杜常月,苗娜,齐旭红,等.磁敏感加权成像及 3D-ASL 在各级脑胶质瘤分级中的价值[J].磁共振成像,2019,10(9):645-649.
- [13]哈热勒喀什·安曼太,巴图尔·吐尔地.磁敏感加权成像在脑胶质瘤鉴别诊断、术前病理分级及术中的应用[J].分子影像学杂志,2022,45(6):891-896.
- [14]Xu J,Xu H,Zhang W,et al.Contribution of susceptibility- and diffusion-weighted magnetic resonance imaging for grading gliomas[J].Exp Ther Med,2018,15(6):5113-5118.
- [15]李欣,谢继承,王静,等.磁共振 MRS、DWI 及 SWI 序列在脑胶质瘤分级诊断中的应用价值 [J]. 中华全科医学,2022,20 (9):1541-1544.
- [16]王良东.DWI 与 SWI 对脑胶质瘤患者分级诊断效能的影响[J].医学理论与实践,2019,32(6):884-885.
- [17]杨涛.磁共振多模态影像在脑胶质瘤诊断及分级中的应用研究[D].郑州:郑州大学,2014.
- [18]周新韩,张仙海,高明勇,等.高级别胶质瘤和脑转移瘤的 SWI 研究[J].医学影像学杂志,2015(6):973-976.
- [19]曾峰.3.0T-MR 多模态功能成像在脑胶质瘤术后复发与放射性坏死鉴别诊断中的价值研究[D].福州:福建医科大学,2015.
- [20]王娇燕,孟凡华,刘巍然,等.SWI 在胶质母细胞瘤与单发脑转移瘤鉴别中的价值[J].中国临床神经外科杂志,2018,23(1): 13-16.
- [21]马伦,白岩,刘太元,等.磁敏感加权成像在坏死性脑胶质瘤与脑脓肿鉴别诊断中的价值[J].磁共振成像,2017,8(11):817-821.

(下转第 188 页)

(上接第 184 页)

- [22]谭德力,李大圣,骆祥伟,等.脑淋巴瘤与高级别胶质瘤磁敏感加权成像诊断对比研究[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2018,16(5):15-17.
- [23]王敏,张秋妹,刘俊.磁敏感加权成像在原发性脑淋巴瘤和高级别胶质瘤鉴别诊断中的应用价值[J].中国医疗设备,2015(12):60-62,37.
- [24]Di Ieva A,Le Reste PJ,Carsin-Nicol B,et al.Diagnostic Value of Fractal Analysis for the Differentiation of Brain Tumors Using 3-Tesla Magnetic Resonance Susceptibility-Weighted Imaging[J].Neurosurgery,2016,79(6):839-846.
- [25]肖勇,邹元杰,肖朝勇,等.磁敏感加权成像在脑膜瘤中的初步应用[J].中华神经外科杂志,2018,34(11):1107-1111.
- [26]任可伟,王道奎,宋仁兴.磁敏感加权成像(SWI)在高级别脑胶质瘤手术中的应用价值[J].青岛医药卫生,2012,44(2):102-104.
- [27]Fahrendorf D,Hesselmann V,Schwindt W,et al.Variations of ITSS-Morphology and their Relationship to Location and Tumor Volume in Patients with Glioblastoma [J].J Neuroimaging, 2015,25(6):1015-1022.
- [28]Blasiak B,Landry J,Tyson R,et al.Molecular susceptibility weighted imaging of the glioma rim in a mouse model [J].J Neurosci Methods,2014,226:132-138.
- [29]Nairz M,Theurl I,Swirski FK,et al."Pumping iron" -how macrophages handle iron at the systemic, microenvironmental, and cellular levels[J].Pflugers Arch,2017,469(3-4):397-418.
- [30]McConnell HL,Schwartz DL,Richardson BE,et al.Ferumoxyl nanoparticle uptake in brain during acute neuroinflammation is cell-specific[J].Nanomedicine,2016,12(6):1535-1542.
- [31]Lupo JM,Essock-Burns E,Molinaro AM,et al.Using susceptibility-weighted imaging to determine response to combined anti-angiogenic, cytotoxic, and radiation therapy in patients with glioblastoma multiforme[J].Neuro Oncol,2013,15(4):480-489.
- [32]Fellah S,Girard N,Chinot O,et al.Early evaluation of tumoral response to antiangiogenic therapy by arterial spin labeling perfusion magnetic resonance imaging and susceptibility weighted imaging in a patient with recurrent glioblastoma receiving bevacizumab[J].J Clin Oncol,2011,29(11):e308-e311.

收稿日期:2023-01-19;修回日期:2023-02-16

编辑/王萌