

· 专题综述 ·

磁敏感加权成像不对称突出静脉征与脑侧支循环的关系

■ 贾亚南, 刘俊艳

作者单位

050051 石家庄
河北医科大学第三医院
神经内科
通信作者
刘俊艳
junyanliu2003@163.
com

【摘要】 MRI的SWI序列显示的不对称突出静脉征 (asymmetrical prominent veins sign, APVS) 可在一定程度上反映缺血性卒中的病理生理过程。新近研究显示, APVS的存在与脑侧支循环的建立存在联系。基于此, 本文重点介绍了APVS的病理生理学机制、影像表现特点及其与侧支循环关系的研究现状, 以期为临床诊疗提供指导帮助。

【关键词】 缺血性卒中; 侧支循环; 磁敏感加权成像

【DOI】 10.3969/j.issn.1673-5765.2019.07.010

Relationship between Asymmetrical Prominent Veins Sign Based on Susceptibility Weighted Imaging and Collateral Circulation

JIA Ya-Nan, LIU Jun-Yan. Department of Neurology, The Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding Author: LIU Jun-Yan, E-mail: junyanliu2003@163.com

【Abstract】 Asymmetrical prominent veins sign (APVS) on SWI is a characteristic imaging of ischemic stroke. Some studies suggested that APVS was associated with collateral circulation. This article reviewed the pathophysiological mechanism of APVS, the imaging features of APVS, and the correlation between APVS and collateral circulation in ischemic stroke, to provide reference for the diagnosis and treatment of ischemic stroke.

【Key Words】 Ischemic stroke; Collateral circulation; Susceptibility weighted imaging

SWI是MRI技术中以 T_2^* 加权梯度回波序列为基础发展而来的新技术, 其对脱氧血红蛋白、含铁血黄素、钙化、铁沉积等顺磁性物质尤为敏感, 不仅为神经退行性疾病的诊治提供重要信息, 也可通过对微出血灶的检测预测抗栓治疗患者的出血转化风险, 评估急性缺血性卒中责任血管内磁敏感血管征 (susceptibility vessel sign, SVS) 的存在, 通过SVS明确血栓性质, 预测血管再通情况^[1-3]。除此之外, 新近研究表明, SWI显示的皮层不对称突出静脉征 (asymmetrical prominent veins sign, APVS) 可反映脑侧支循环及脑血流动力学情况, 从血流及代谢角度评估缺血性卒中患者的代偿状态^[4-8]。基于此, 本文检索文献对APVS的病理生理学机制、SWI中影像表现特点及其与侧支循环的关系进行综述。

1 不对称突出静脉征的病理生理学机制

SWI的静脉成像基于血氧水平依赖原理, 以脱氧血红蛋白为内源性对比剂使颅内静脉结构得以清晰显示, 因此SWI静脉显影程度主要取决于静脉血中脱氧血红蛋白的含量^[9]。对于缺血性卒中及各种慢性颅内血管闭塞性病变患者, 当脑灌注压下降且难以通过一、二级侧支循环及小动脉的自动调节能力满足脑组织代谢需要时, 缺血组织开始启动代谢储备, 通过提高氧摄取分数 (oxygen extraction fraction, OEF) 弥补灌注不足, 从而使相应引流静脉中脱氧血红蛋白的含量增加, 由此造成患侧大脑半球皮层SWI静脉显影较对侧更为显著, 即表现为APVS^[10]。

此外, 静脉回流的通畅性对APVS也有一定影响。首先, 缺血性卒中伴随的氧化应激

及炎症因子的刺激,使静脉内皮细胞受损、静脉内微血栓形成,导致静脉血淤滞、回流受阻;其次,缺血组织水肿导致局部压力增高,静脉回流速度缓慢,从而使静脉血中脱氧血红蛋白含量蓄积。因此,患侧SWI静脉显影较对侧更为显著^[11-12]。但当大面积梗死伴有高颅压时,静脉管腔被压瘪、静脉结构坍塌,则患侧大脑半球静脉不显影或静脉显影数量明显较对侧减少^[13]。

2 不对称突出静脉征的影像学特点及影响因素

缺血性卒中患者APVS表现为SWI中缺血侧大脑半球静脉显影较对侧更为显著,静脉数量增多或不伴有静脉直径增粗。由于不同区域脑组织引流静脉不同,APVS可为皮层浅静脉、深髓静脉及大脑深静脉的不对称表现^[12, 14-16]。

并非所有缺血性卒中患者SWI都存在APVS, APVS多见于颅内较大供血动脉严重狭窄或闭塞的患者^[7, 14]。APVS出现可能受静脉回流畅通性、侧支循环状态、血管自调节能力等多种因素影响。APVS显影程度在缺血性卒中自然病程中随时间推移逐渐变淡甚至消失^[17-18]。

临床研究发现, APVS不仅可见于缺血性卒中急性期,缺血性卒中亚急性期、恢复期,甚至无症状性颅内动脉严重狭窄或闭塞患者也可在SWI检查中发现APVS。由此推论, APVS不是缺血性卒中某一病程的特征性表现,而是仅仅反映了脑组织的贫困灌注状态及代谢储备的启动。此外, APVS的显影程度可随着缺血组织血流的恢复发生变化。病变血管再通后,缺血组织得到有效的再灌注治疗,脑组织OEF恢复正常, APVS即消失;但当脑组织发生不可逆性坏死时,即使病变血管再通、缺血组织血流恢复,但坏死组织缺乏对氧的摄取,血液中氧得不到利用,导致引流静脉中的脱氧血红蛋白含量显著下降,反而会出现病灶对侧大脑半球静脉显影相对更为显著^[19]。

3 不对称突出静脉征与侧支循环的关系

缺血性卒中急性期侧支循环状态的评估对血管再通方案的选择、卒中预后和复发风险的评估均非常重要。《缺血性卒中脑侧支循环评估与干预中国指南(2017)》强调了侧支组学的新概念,指出侧支循环的研究范畴涉及整个脑循环系统,包括动脉、微血管及静脉系统,其研究领域不仅涉及结构性血管通路、血流动力学变化,也涵盖脑组织代谢及神经元功能改变^[20]。所以,侧支循环的评估不仅可以通过直接血管影像学检测技术显示侧支血管的存在,还可通过毛细血管水平灌注情况、缺血组织代谢状态及引流静脉压力间接体现。SWI显示的APVS间接反映了缺血组织OEF增加,既可评估卒中急性期缺血半暗带的面积^[21-23];也可通过比较治疗前后静脉显影的变化评估血管再通治疗效果^[19];并对卒中预后有一定预测价值^[17, 24-26]。有研究者认为APVS存在与侧支循环建立存在相关性,可作为评估侧支状态的新的影像学标志^[4-7]。目前已有少量研究对APVS与侧支循环关系进行探讨,但得出的结论存在分歧。

3.1 不对称突出静脉征的存在反映侧支循环较差 目前已有不少研究发现APVS与MRI中PWI显示的脑组织低灌注区密切相关,但有学者指出并非所有的低灌注区域都有APVS的存在,推测良好的侧支血流供应可维持组织OEF正常,只有侧支循环较差时才会出现APVS^[22, 27]。Rajeev K. Verma等^[4]以33例大脑中动脉M1段闭塞的急性缺血性卒中患者作为研究对象,依据DSA结果将患者分为侧支循环良好组和侧支循环较差组,用Alberta卒中项目早期CT评分(Alberta stroke program early CT score, ASPECTS)评估APVS的范围。结果显示,侧支循环良好组APVS存在的范围较小,提示良好的侧支循环为缺血组织提供了充足的血流灌注,减少了缺血组织对代谢储备的需求,故APVS存在范围较侧支循环差者少。因此, APVS显影

范围越小,提示软脑膜侧支循环状态越好。

3.2 不对称突出静脉征的存在反映侧支循环良好 与上述研究结果相反。有研究认为APVS与侧支循环状态正相关。Min-GyuPark等^[6]入组了80例颈内动脉或大脑中动脉近端闭塞<72 h的急性缺血性卒中患者,利用头颅FLAIR序列显示的远端高信号血管影及相位对比法(phasecontrast, PC)-时间飞跃法(time-of-flight, TOF)-MRA分别评估侧支血流状态,使用ASPECTS评估APVS的范围。结果显示,APVS存在范围较广的44例患者中,分别有29例和37例在FLAIR序列和增强后TOF-MRA显示侧支血流良好,侧支血流状态较差者无APVS的存在。由此推断APVS存在范围越广泛,其软脑膜动脉侧支循环状态越好。作者认为APVS反映了脑组织OEF的增加,其存在范围代表缺血半暗带面积及良好的侧支血流供应。该作者近期的另一项研究进一步证实广泛的APVS与良好的侧支循环有关^[5]。该研究纳入6例有明确缺血性卒中症状、DWI未发现梗死灶形成的患者,其SWI缺血侧大脑半球存在广泛APVS,PC-TOF-MRA的相应区域均显示良好的侧支循环,且此6例患者3个月mRS评分均为0分。由此,作者认为,APVS的出现与侧支循环相关,且是卒中患者预后良好的指标。此外,国内学者刘慧勤等^[7]对APVS显影范围与CTA显示的区域软脑膜侧支循环评分(regional leptomeningeal collateral, rLMC)进行相关性分析,发现APVS显影广泛的患者侧支循环状态较好,进一步支持了此观点。

目前有关APVS与侧支循环的相关研究存在着样本量小,未通过大样本研究明确侧支状态与APVS-ASPECTS的对应关系,也没有观察卒中急性期APVS与侧支循环的动态变化,而侧支循环状态与APVS的显影程度均可随病程延长而发生动态改变^[17-18, 28-29]。另外,上述所有研究对APVS信号显影程度均未行定量分析,仅通过ASPECTS对APVS的范围进行了半定

量评估。所以,结论存在偏倚的可能。

综上所述,缺血性卒中APVS的显示主要与脑组织灌注不足及静脉回流不畅导致的脱氧血红蛋白含量增高有关,其反映了脑组织贫困灌注程度及代谢储备的启动,可能受侧支循环等血流代偿机制的影响,因此APVS或可作为评估侧支循环的一个新的影像学特征。但目前探讨APVS与侧支循环关系的研究较少,且现有的研究结论存在较大分歧,急需开展大样本临床研究工作,进一步证实APVS对侧支循环的预测价值,从而更好地应用APVS指导卒中急性期临床治疗决策的选择。

参考文献

- [1] GUPTA D, SAINI J, KESAVADAS C, et al. Utility of susceptibility-weighted MRI in differentiating Parkinson's disease and atypical parkinsonism[J]. *Neuroradiology*, 2010, 52 (12) : 1087-1094.
- [2] TSIVGOULIS G, ZAND R, KATSANOS A H, et al. Risk of symptomatic intracerebral hemorrhage after intravenous thrombolysis in patients with acute ischemic stroke and high cerebral microbleed burden: a meta-analysis[J]. *Jama Neurol*, 2016, 73 (6) : 675-683.
- [3] KANG D W, JEONG H G, KIM D Y, et al. Prediction of stroke subtype and recanalization using susceptibility vessel sign on susceptibility-weighted magnetic resonance imaging[J]. *Stroke*, 2017, 48 (6) : 1554-1559.
- [4] VERMA R K, HSIEH K, GRATZ P P, et al. Leptomeningeal collateralization in acute ischemic stroke: impact on prominent cortical veins in susceptibility-weighted imaging[J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83 (8) : 1448-1454.
- [5] PARK M G, YEOM J A, BAIK S K, et al. Total mismatch of diffusion-weighted imaging and susceptibility-weighted imaging in patients with acute cerebral ischemia[J]. *J Neuroradiol*, 2017, 44 (5) : 308-312.
- [6] PARK M G, YANG T I, OH S J, et al. Multiple hypointense vessels on susceptibility-weighted imaging in acute ischemic stroke: surrogate marker of oxygen extraction fraction in penumbra[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2014, 38 (4) : 254-261.
- [7] 刘慧勤, 梅文丽, 黄月, 等. 磁敏感加权成像不对称静脉低信号与侧支循环的相关性研究[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51 (1) : 21-27.

- [8] MUNDIYANAPURATH S, RINGLEB P A, DIATSCHUK S, et al. Cortical vessel sign on susceptibility weighted imaging reveals clinically relevant hypoperfusion in internal carotid artery stenosis[J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85 (3) : 534-539.
- [9] HAACKE E M, XU Y Y, REICHENBACH J R. Susceptibility weighted imaging (SWI) [J]. *Magn Reson Med*, 2004, 52 (3) : 612-618.
- [10] LIU Z, LI Y. Cortical cerebral blood flow, oxygen extraction fraction, and metabolic rate in patients with middle cerebral artery stenosis or acute stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37 (4) : 607-614.
- [11] ZHANG S, LAI Y, DING X, et al. Absent filling of ipsilateral superficial middle cerebral vein is associated with poor outcome after reperfusion therapy[J]. *Stroke*, 2017, 48 (4) : 907-914.
- [12] 汤跃宇, 刘飞凤, 李刚. 大脑静脉回流与缺血性脑卒中预后相关研究进展[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51 (2) : 157-160.
- [13] VIALLO M, ALTRICHTER S, PEREIRA V M, et al. Combined use of pulsed arterial spin-labeling and susceptibility-weighted imaging in stroke at 3T[J]. *Eur Neurol*, 2010, 64 (5) : 286-296.
- [14] YU J, WANG L, LI Z, et al. Related factors of asymmetrical vein sign in acute middle cerebral artery stroke and correlation with clinical outcome[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26 (10) : 2346-2353.
- [15] ZHANG X, ZHANG S. Ipsilateral prominent thalamostriate vein on susceptibility-weighted imaging predicts poor outcome after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke[J]. 2017, 38 (5) : 875-881.
- [16] HAN X, OUYANG L, ZHANG C, et al. Relationship between deep medullary veins in susceptibility-weighted imaging and ipsilateral cerebrovascular reactivity of middle cerebral artery in patients with ischemic stroke[J]. *Exp Ther Med*, 2016, 11 (6) : 2217-2220.
- [17] SUN W, LIU W, ZHANG Z, et al. Asymmetrical cortical vessel sign on susceptibility-weighted imaging: a novel imaging marker for early neurological deterioration and unfavorable prognosis[J]. *Eur J Neurol*, 2014, 21 (11) : 1411-1418.
- [18] AN H, LIU Q, CHEN Y, et al. Oxygen metabolism in ischemic stroke using magnetic resonance imaging[J]. *Transl Stroke Res*, 2012, 3 (1) : 65-75.
- [19] BAIK S K, CHOI W, OH S J, et al. Change in cortical vessel signs on susceptibility-weighted images after full recanalization in hyperacute ischemic stroke[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2012, 34 (3) : 206-212.
- [20] 中国卒中学会脑血流与代谢分会. 缺血性卒中侧支循环评估与干预中国指南 (2017) [J]. *中华内科杂志*, 2017, 56 (6) : 460-471.
- [21] PAYABVASH S, TALEB S, BENSON J C, et al. Susceptibility-diffusion mismatch in middle cerebral artery territory acute ischemic stroke: clinical and imaging implications[J]. *Acta Radiol*, 2017, 58 (7) : 876-882.
- [22] DEJOBERT M, CAZALS X, ANNAN M, et al. Susceptibility-diffusion mismatch in hyperacute stroke: correlation with perfusion-diffusion mismatch and clinical outcome[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25 (7) : 1760-1766.
- [23] LUO S, YANG L, WANG L. Comparison of susceptibility-weighted and perfusion-weighted magnetic resonance imaging in the detection of penumbra in acute ischemic stroke[J]. *J Neuroradiol*, 2015, 42 (5) : 255-260.
- [24] CHEN C Y, CHEN C I, TSAI F Y, et al. Prominent vessel sign on susceptibility-weighted imaging in acute stroke: prediction of infarct growth and clinical outcome[J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10 (6) : e0131118. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131118>.
- [25] LOU M, CHEN Z, WAN J, et al. Susceptibility-diffusion mismatch predicts thrombolytic outcomes: a retrospective cohort study[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2014, 35 (11) : 2061-2067.
- [26] ZHAO G, SUN L, WANG Z, et al. Evaluation of the role of susceptibility-weighted imaging in thrombolytic therapy for acute ischemic stroke[J/OL]. *J Clin Neurosci*, 2017, 40: 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.01.001>.
- [27] LUO Y, GONG Z, ZHOU Y, et al. Increased susceptibility of asymmetrically prominent cortical veins correlates with misery perfusion in patients with occlusion of the middle cerebral artery[J]. *European Radiology*, 2017, 27 (6) : 2381-2390.
- [28] YEO L L, PALIWAL P, LOW A F, et al. How temporal evolution of intracranial collaterals in acute stroke affects clinical outcomes[J]. *Neurology*, 2016, 86 (5) : 434-441.
- [29] PHAM M, BENDSZUS M. Facing time in ischemic stroke: an alternative hypothesis for collateral failure[J]. *Clin Neuroradiol*, 2016, 26 (2) : 141-151.

(收稿日期: 2019-01-29)



【点睛】 目前的研究认为SWI序列中的不对称突出静脉征能间接反映缺血性卒中、大动脉重度狭窄或闭塞患者侧支循环状态,但其与侧支循环状态的对应关系及其判断患者预后的价值尚未得到大规模研究的证实。