

论 著

磁敏感加权成像上突出血管征与软脑膜侧支循环的相关性研究*

陈妙玲 梁满球 邹玉坚*
肖利华 黄翔 莫少芬
张转南

南方医科大学附属东莞医院放射科
(广东 东莞 523000)

【摘要】目的 探讨脑卒中磁敏感加权成像(SWI)上突出血管征(PVS)与软脑膜侧支循环的相关性。**方法** 回顾性分析单侧大脑中动脉M1段闭塞缺血性脑卒中患者的临床及影像资料。采用区域软脑膜侧支评分(rLMC)评估CTA上软脑膜侧支,使用改良Alberta卒中项目早期CT评分(ASPECTS)评估SWI上PVS的程度。通过Spearman相关分析筛选与rLMC评分相关的临床及影像学变量,应用多重线性回归进一步分析rLMC评分相关的因素。**结果** 纳入44例患者,男37例,女7例,平均年龄(51.27±10.06)岁。Spearman相关分析显示rLMC评分与改良SWI-ASEPCTS、入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白呈负相关($r=-0.471, P=0.001$; $r=-0.386, P=0.010$; $r=-0.367, P=0.014$; $r=-0.414, P=0.005$);多重线性回归分析显示,改良SWI-ASEPCTS与rLMC评分存在独立相关。**结论** SWI上PVS与软脑膜侧支呈中度负相关,在一定程度上反映软脑膜侧支循环的代偿水平。

【关键词】 卒中;侧支循环;磁敏感加权成像;突出血管征;数据相关性

【中图分类号】 R743.33; R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 广东省东莞市社会发展(一般)项目(201950715001845)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.008

The Correlation Study of Prominent Vessel Sign on Susceptibility Weighted Imaging and Leptomeningeal Collateralization*

CHEN Miao-ling, LIANG Man-qiu, ZOU Yu-jian*, XIAO Li-hua, HUANG Xiang, MO Shao-fen, ZHANG Zhuan-nan.

Department of Radiology, Affiliated Dongguan Hospital, Southern Medical University, Dongguan 523000, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the relationship between prominent vessel sign (PVS) on susceptibility weighted imaging (SWI) and leptomeningeal collateralization. **Methods** Clinical and imaging data of acute ischemic stroke patients with unilateral middle cerebral artery M1 segment occlusion were retrospectively reviewed. Regional leptomeningeal score (rLMC) was used to evaluate the leptomeningeal collateralization on CTA. Use the modified Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) to assess the extent of PVS on SWI. Spearman correlation analysis was performed to explore the correlation of rLMC scores with clinical and radiographic variables. Multiple linear regression was used to further analyze the putative related factors of rLMC score. **Results** Forty-four patients were included, including 37 males and 7 females, with an average age of (51.27 ± 10.06) years. Spearman correlation analysis showed that rLMC score was negatively correlated with the modified SWI-ASEPCTS, NIHSS score at admission, fasting blood glucose and glycosylated hemoglobin ($r=-0.471, P=0.001$; $r=-0.386, P=0.010$; $r=-0.367, P=0.014$; $r=-0.414, P=0.005$). Multilinear regression analysis showed that the modified SWI-ASEPCTS was independently associated with rLMC score. **Conclusion** The PVS on SWI is moderately negatively correlated with leptomeningeal collateralization, which reflects the compensatory level of leptomeningeal collateralization to some extent.

Keywords: Stroke, Collateral Circulation, Susceptibility Weighted Imaging, Prominent Vessel Sign, Correlation Of Data

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)发病率逐年增高,已成为全球第二大致死和第三大残疾的主要病因,以大脑中动脉供血区发病率最高^[1]。脑侧支循环与脑卒中发生、进展、治疗及预后密切相关,良好的侧支循环可改善缺血半暗带,提高血管内再通、再灌注率,是良好预后的预测因子^[2]。因此,早期、及时评估脑侧支循环至关重要。由于磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是基于静息状态的血氧水平依赖成像原理建立起来的MRI技术,可反映脑组织血氧情况^[3]。SWI上AIS病变侧较对侧明显增多、增粗的低信号血管影,称为突出血管征(prominent vessel sign, PVS)。研究显示SWI上PVS可反映脑血流动力学的病理生理改变^[4]。由于脑灌注状态受侧支循环的影响,目前尚不清楚缺血性脑卒中患者SWI上PVS与侧支循环的关系,这方面的研究报道较少、结论也不一致^[5-6]。因此,本研究探讨单侧大脑中动脉M1段闭塞的缺血性脑卒中患者SWI上PVS与软脑膜侧支循环的相关性,旨在为临床诊治提供依据和参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2019年9月至2021年8月经我院神经内科诊断为急性缺血性脑卒中患者。

纳入标准: 首次发病并于发病3天内完成头颅MRI、5天内完成头颈CTA检查;完整的临床及影像学资料;CTA或MRA证实单侧大脑中动脉M1段闭塞。排除标准:已溶栓或血管内治疗;MRI证实的后循环或双侧前循环AIS;合并其他颅内大血管严重狭窄或闭塞;其他脑内疾病,如肿瘤、外伤或血管畸形等;图像质量差。本研究已通过我院伦理委员会批准。

记录患者的临床及实验室数据如年龄、性别、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)评分、收缩压、舒张压、空腹血糖、糖化血红蛋白、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、甘油三酯、同型半胱氨酸等。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查 采用德国Siemens Skyra 3.0T MR扫描系统,扫描序列包括T1WI、T2WI、液体衰减反转恢复序列(FLAIR)、弥散加权成像(DWI)、SWI和3D-TOF-MRA,其中SWI扫描参数:重复时间(TR)=28ms,回波时间(TE)=20ms,翻转角15°,层厚=3mm,FOV=240×195。

1.2.2 CTA检查 采用荷兰Philip Brilliance iCT 256层螺旋CT机行头颈CTA检查,扫描范围从主动脉弓至颅顶。采用双筒高压注射器,经肘正中静脉以5.0 mL/s的流速注入

【第一作者】 陈妙玲,女,主治医师,主要研究方向:磁共振影像诊断。E-mail: 2284056135@qq.com

【通讯作者】 邹玉坚,男,主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: zouyujian@sohu.com

非离子型造影剂(优维显, 370 mgI/100mL)、50mL生理盐水, 当降主动脉监测层面CT值达150Hu时自动触发两期团注方案扫描, 管电压120kV, 管电流300mAs, 扫描层厚0.9mm, 层间隔0.45mm。数据输入至EBW工作站进行后处理, 包括多平面重组(MPR)、最大强度投影(MIP)等。

1.2.3 图像评估 所有图像分别由两名在神经影像方面有丰富经验的放射诊断医生在双盲的情况下独立评估, 通过协商解决分歧。(1)在SWI最小强度投影图(minimum intensity projection, MinIP)上, 采用改良SWI-ASPECTS对PVS进行评分^[7]。将大脑中动脉供血区分8个区, 分别是M1~M6、岛叶以及深髓静脉区(将尾状核、内囊、豆状核与基底节上方层面侧脑室旁深髓静脉合并为深髓静脉区), 见图1。若每个区域出现PVS则记1分, 共计8分。(2)在CTA轴位最大强度投影图(maximum intensity projection, MIP)上, 采用区域软脑膜侧支评分(regional leptomeningeal score, rLMC)^[2]对侧支循环评分, 共分9区, 根据各区域血流情况赋予分值并取总和, 共计20分。rLMC评分得分越高表示侧支血流越好。

1.3 统计学分析 应用SPSS 22.0进行统计学分析。使用Shapiro-

Wilk检验分析数据的分布。根据样本分布, 连续变量采用均数±标准差或中位数(四分位间距)描述, 分类变量以数量(百分比)表示。采用Spearman相关分析筛选与rLMC评分相关的临床及影像学变量, 应用多重线性回归分析rLMC评分相关的因素。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料 纳入44例患者, 男37例, 女7例, 平均年龄(51.27±10.06)岁。临床、影像基线资料见表1。

2.2 rLMC评分与临床、影像资料的相关性分析 Spearman相关分析显示rLMC评分与改良SWI-ASEPCTS、入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白呈负相关($r=-0.471, P=0.001$; $r=-0.386, P=0.010$; $r=-0.367, P=0.014$; $r=-0.414, P=0.005$), 见表2。

2.3 rLMC评分与临床、影像资料的多重线性回归分析 多重线性回归分析显示, rLMC评分与改良SWI-ASPECTS存在独立相关, 与入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白无明显统计学意义, 见表3。

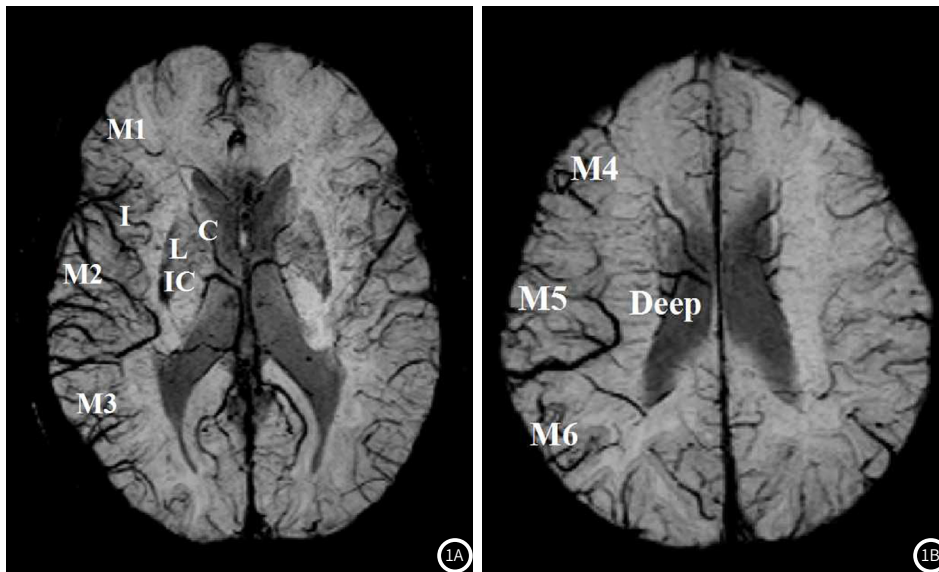


图1 改良SWI-ASPECT评分。图1A 基底节水平大脑中动脉前皮质区(M1)、大脑中动脉岛叶外侧皮质区(M2)、大脑中动脉后皮质区(M3)、岛叶(I)、尾状核(C)、豆状核(L)和内囊(IC)。图1B 基底节上方水平大脑中动脉皮质供血区前、侧、后部的M4、M5、M6及侧脑室旁深髓静脉区(Deep)。

表1 患者入院时临床、影像基线资料

| 变量 | 数值 |
|-------------------|--------------|
| 年龄(岁) | 51.27±10.06 |
| 男性(n, %) | 37(84.09%) |
| 收缩压(mmHg) | 148.41±23.68 |
| 舒张压(mmHg) | 92.82±14.03 |
| 空腹血糖(mmol/L) | 5.34(1.20) |
| 糖化血红蛋白(%) | 5.85(0.60) |
| 总胆固醇(mmol/L) | 5.31±1.11 |
| 甘油三酯(mmol/L) | 1.50(0.73) |
| 高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L) | 1.04(0.32) |
| 低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L) | 3.56±0.79 |
| 同型半胱氨酸(μmol/L) | 14.15(3.78) |
| NIHSS评分(分) | 3.50(5.00) |
| SWI-ASPECTS(分) | 5.00(5.00) |

表2 rLMC评分与临床、影像资料的Spearman相关分析

| 变量 | r | P值 |
|-------------|--------|-------|
| 年龄 | -0.278 | 0.068 |
| 性别 | -0.092 | 0.554 |
| 收缩压 | 0.009 | 0.956 |
| 舒张压 | -0.153 | 0.321 |
| 空腹血糖 | -0.367 | 0.014 |
| 糖化血红蛋白 | -0.414 | 0.005 |
| 总胆固醇 | -0.032 | 0.837 |
| 甘油三酯 | 0.130 | 0.401 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 | 0.023 | 0.882 |
| 低密度脂蛋白胆固醇 | -0.062 | 0.690 |
| 同型半胱氨酸 | -0.137 | 0.376 |
| 入院NIHSS评分 | -0.386 | 0.010 |
| SWI-ASPECTS | -0.471 | 0.001 |

表3 rLMC评分与临床、影像资料的多重线性回归分析

| 变量 | 非标准化系数 | | 标准化系数 | t值 | P值 |
|-------------|---------|-------|--------|--------|-------|
| | β | 标准误差 | | | |
| SWI-ASPECTS | 0.608 | 0.222 | -0.422 | -2.744 | 0.009 |
| 入院NIHSS评分 | -0.152 | 0.135 | -0.169 | -1.124 | 0.268 |
| 空腹血糖 | 0.357 | 0.564 | 0.196 | 0.634 | 0.530 |
| 糖化血红蛋白 | -1.023 | 0.982 | -0.315 | -1.042 | 0.304 |

3 讨论

脑侧支循环是维持动脉闭塞远端缺血脑组织灌注的血管吻合通道,可分为三个级别:第一级是Wills环,第二级是眼动脉、软脑膜侧支血管等,第三级是新生血管。当大脑中动脉M1段闭塞时,Wills环不能满足供血需求,新生血管形成较晚,这时主要由软脑膜动脉为主的二级侧支循环进行代偿。侧支循环的评估有助于临床决策和预测预后。目前,DSA是评估脑侧支循环的金标准,但由于DSA是一种有创、需要专业神经介入团队支持的昂贵检查,难以广泛应用。近年来CTA已成为评估脑侧支循环最常用的方法,与DSA的一致性较高。然而,DSA、CTA均有辐射且需注射造影剂,考虑到造影剂引起的并发症可能导致不可逆的肾脏损害,并增加发病率和死亡率的风险,特别是对慢性肾病患者,有必要采用无对比成像方法进行侧支评估。另外,目前缺血性脑卒中的评估、诊治已由单纯的时间窗逐渐转变为组织窗评估。由于MRI具有无电离辐射、多参数、多方位成像等优势,SWI是梯度回波T2*加权MRI成像,对顺磁性物质如脱氧血红蛋白高度敏感,目前已成为AIS患者常规MRI检查重要序列^[8]。研究显示SWI上PVS可作为评价血流动力学的神经影像学标志物^[9]。目前普遍认为PVS主要是由于AIS患者脑组织低灌注区的血氧供需失衡,氧摄取分数(oxygen extraction fraction, OEF)增加,导致血管内脱氧血红蛋白浓度升高,从而导致PVS的发生^[4]。SWI上PVS的显影程度与脱氧血红蛋白的量呈正相关,血运重建术后PVS明显降低^[10]。良好侧支循环可为受损脑组织提供足够的灌注,减少缺血组织对代谢储备的需求。如能早期改善灌注不足,使血管再通,则可降低不可逆缺血性损伤的风险。因此,侧支循环可能会影响缺血区静脉内的氧合水平及PVS的存在。

本研究显示,单侧大脑中动脉M1段闭塞的AIS患者SWI上PVS评分与软脑膜侧支循环程度呈中度负相关,即广泛的PVS与软脑膜侧支循环不良相关,与Verma等^[5]研究结论一致。迄今为止,有关PVS与侧支循环及预后的关系一直存在争议,主要有以下几个观点:(1)部分研究显示PVS与侧支循环、缺血性卒中预后良好呈负相关^[11-12]; (2)部分研究认为PVS的存在与侧支循环较好、预后良好有关^[6, 13]; (3)部分研究^[14]认为PVS与侧支循环良好相关但与预后无关; (4)另部分研究^[15]认为PVS范围与软脑膜侧支循环无显著相关性,而SWI-DWI不匹配评分与侧支循环正相关。最近,华蓓^[16]等通过对侧支循环良好与不良进行分层,分析不同侧支循环状态下PVS的显示情况及对AIS患者预后的评估价值,结果显示PVS与rLMC评分呈负相关,侧支循环不良时PVS是不良预后的独立预测因子,而侧支循环良好时PVS无明确预测价值,提示根据PVS评估AIS功能预后时,应考虑侧支循环状态。上述各研究结论不一致,考虑原因可能与纳入研究对象、检查方法、评价标准不一致以及患者的异质性等有关。另外,PVS被假设为缺血低灌注区。低灌注区能否保留可能与缺血时间有关。在SWI上PVS随时间推移的演化过程尚未确定,PVS存在和消失的窗口期目前尚不清楚。未来,通过对不同时间段的前瞻性研究可能会对这一谜题有所帮助。

既往研究显示,糖尿病患者易于发生颅内动脉硬化性疾病,是AIS患者不良预后的危险因素^[17]。NIHSS评分是目前国际上广泛用于评估AIS患者神经功能缺损程度的卒中量表,可预测预后^[18]。本研究以大脑中动脉M1段闭塞的缺血性脑卒中患者为研究对象,行Spearman相关分析发现rLMC评分与改良SWI-ASEPCTS、入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白呈负相关,但进一步

多重线性回归分析显示rLMC评分仅与改良SWI-ASPECTS独立相关,与入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白无明显统计学意义,因此尚不能以入院NIHSS评分、空腹血糖、糖化血红蛋白来评估侧支循环的程度。这可能由于NIHSS评分是通过临床症状评估神经功能缺损的程度,而不是直接评估侧支循环状态。另外,侧支循环状态与氧摄取分数、脱氧血红蛋白改变更直接、密切,因此PVS程度与rLMC评分相关性更强。

本研究的局限性:(1)样本量小、单中心、回顾性研究,可能存在选择偏倚;(2)由于技术限制,本研究仅通过改良SWI-ASPECTS对PVS进行半定量评估。通过定量磁敏感图进一步研究将有助于定量分析OEF,并准确测定PVS的程度,更准确地描述PVS与侧支循环的关系;(3)未对PVS进行动态随访,难以做出因果推断。(4)未对脑侧支循环行DSA评估以及未行灌注成像。因此,需要多中心、大样本的纵向队列研究及更客观的PVS量化指标进一步证实。

综上所述,SWI上PVS与软脑膜侧支循环具有一定的相关性,SWI无需注射造影剂,具有快速、无创、可重复性高等优点,对于存在禁忌症或不愿采用DSA或CTA评估侧支循环的患者,SWI可作为评估侧支循环状态的替代方法,但仍需多中心、大样本的进一步前瞻性研究证实。

参考文献

- [1] Campbell BCV, Khatri P. Stroke[J]. Lancet, 2020, 396(10244): 129-142.
- [2] 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(6): 460-471.
- [3] 杨明, 郭凯, 张博. ASL技术联合SWI技术在急性脑卒中应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(4): 13-16.
- [4] Lu X, Luo Y, Fawaz M, et al. Dynamic changes of asymmetric cortical veins relate to neurologic prognosis in acute ischemic stroke[J]. Radiology, 2021, 301(3): 672-681.
- [5] Verma RK, Hsieh K, Gratz PP, 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.
- [6] Park MG, Yang TI, Oh SJ, 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] Jing L, Sui B, Shen M, et al. Are prominent medullary veins better than prominent cortical veins as predictors of early clinical outcome in patients with acute ischemic stroke?[J]. Diagn Interv Radiol, 2021, 27(2): 285-292.
- [8] 李文清, 尚伟. 磁敏感加权成像技术在缺血性脑血管疾病中的应用价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(11): 35-37, 59.
- [9] Weiqiang Q, Tikun S, Qiongqiong Q, et al. Asymmetric cortical vessel sign indicates hemodynamic deficits in adult patients with moyamoya disease[J]. World Neurosurg, 2019, 127: e137-e141.
- [10] Baik SK, Choi W, Oh SJ, 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.
- [11] 杨粤龙, 陈静勿, 谢新风, 等. 急性缺血性脑卒中髓质静脉扩张的SWI研究[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(11): 2032-2036.
- [12] Yang L, Yu L, Qin W, et al. The influence of cerebral arterial circle on prominent hypointense vessel signs in patients with internal carotid artery occlusion[J]. Front Neurol, 2022, 12: 753877.
- [13] Lee HJ, Roh HG, Lee SB, et al. Collateral estimation by susceptibility-weighted imaging and prediction of functional outcomes after acute anterior circulation ischemic stroke[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 21370.
- [14] 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.
- [15] Jiang H, Zhang Y, Pang J, et al. Interactive effect of susceptibility-diffusion mismatch and recanalization status on clinical outcome in large vessel occlusion stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(9): 105072.
- [16] 华蓓, 班然然, 陈军, 等. 侧支循环状态对AIS皮质静脉征的评估及对预后的影响[J]. 国际医学放射学杂志, 2022, 45(1): 10-15, 38.
- [17] Lau LH, Lew J, Borschmann K, et al. Prevalence of diabetes and its effects on stroke outcomes: A meta-analysis and literature review[J]. J Diabetes Investig, 2019, 10(3): 780-792.
- [18] Yamal JM, Grotta JC. National institutes of health stroke scale as an outcome measure for acute stroke trials[J]. Stroke, 2021, 52(1): 142-143.

(收稿日期: 2022-03-14)

(校对编辑: 谢诗婷)