

# 急性前循环脑梗死患者预后的影响因素及预测模型构建

周金丽, 丁思琦, 施焯宏

【关键词】 急性前循环脑梗死; 预后; 磁敏感加权成像; 磁敏感血管征

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.05.013

【中图分类号】 R743.3 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)05-0493-04

急性前循环脑梗死是脑卒中的常见类型, 其预后与多种因素密切相关<sup>[1]</sup>。磁敏感血管征(susceptibility vessel sign, SVS)作为磁共振成像中的一种特异性影像学表现, 能够反映血管内血栓成分及血流动力学特征<sup>[2]</sup>。本研究探讨 SVS 对急性前循环脑梗死患者预后的预测价值, 以期为临床提供一种更为精准的评估工具, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 样本量计算 根据样本量计算公式<sup>[3]</sup>, 研究所需样本量应为自变量的 5 ~ 10 倍, 本研究纳入 15 项自变量, 因此所需的样本量为 75 ~ 150 例, 最终确定样本量为 126 例。

1.2 一般资料 选取 2022 年 5 月至 2023 年 3 月义乌市中心医院收治的 126 例急性前循环脑梗死患者作为训练集, 另取 2023 年 3—12 月本院收治的 54 例急性前循环脑梗死患者作为验证集。根据入院后 90 d 改良 Rankin(modified Rankin score, mRS)评分<sup>[4]</sup>对训练集患者进行分组, mRS ≤ 2 分为预后良好组(68 例), mRS > 3 分为预后不良组(58 例)。纳入标准: (1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》中急性脑梗死诊断标准<sup>[5]</sup>, 并经头颅 CT 或 MRI 等确诊为急性前循环脑梗死; (2)年龄 > 18 岁; (3)发病时间 < 6 h; (4)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<sup>[6]</sup> > 6 分; (5)首次发生急性脑梗死; (6)临床及影

像学资料完整。排除标准: (1)伴有其他严重器官疾病, 恶性肿瘤者; (2)近 3 个月内颅脑损伤患者; (3)妊娠期或哺乳期患者; (4)无法配合检查及随访者。本研究获得义乌市中心医院医学伦理委员会批准, 所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.3 资料收集 通过查询医院资料库收集相关资料, 包括患者性别、年龄、居住地、高血压、糖尿病、心房颤动、饮酒史、婚姻状况、吸烟史、初级卒中中心转入、TOAST 分型、NIHSS 评分、收缩压、舒张压、急性脑梗死部位等因素。患者治疗后通过电话、门诊或住院等方式进行随访, 随访时间 90 d。

1.4 SVS 检测 采用 1.5T Trio 超导磁共振(MR)扫描仪(德国西门子公司)。患者取头正中仰卧位, 用 8 通道头部线圈扫描颅顶到颅底区域。具体扫描参数如下: SWI 序列, 重复时间 29 ms, 回波时间 20 ms, 矩阵分辨率 320×220, 视野范围 19 cm×23 cm, 翻转角 15°, 层厚 1.2 mm, 无层间距, 共采集 72 层图像。对比剂使用钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA), 剂量按照 0.2 mmol/kg 体质量计算, 通过肘静脉进行推注给药, 注射速率为 5 ml/s。对比剂注射完成后, 以 2 ml/s 推注 20 ml 0.9%氯化钠注射液。扫描结束后在 SWI 图像中, 观察是否出现 SVS 征象的低信号改变。若超急性期脑卒中患者的责任动脉分布区域在 SWI 图像上显示低信号改变(图 1), 则判定为 SVS 阳性; 责任血管区域未见异常改变(图 2), 则认为 SVS 阴性。

1.5 统计方法 运用 SPSS 23.0 及 R 4.3.2 软件进行数据分析。计数资料以频数和百分比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验; 正态分布计量资料以均数±标准差

基金项目: 金华市科技计划项目(2022-4-340)

作者单位: 322000 浙江省义乌, 义乌市中心医院

通信作者: 周金丽, Email: Zhoujinli@163.com

表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验。影响因素分析采用多因素二元 Logistic 回归分析; 预测价值分析采用受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC) 曲线, 并计算曲线下面积(area under the curve, AUC), 模型校准度评估采用校准曲线, 临床获益评估采用 DCA 决策曲线。*P* < 0.05 表示差异有统计学意义。



图 1 SWI 序列出现磁敏感血管征

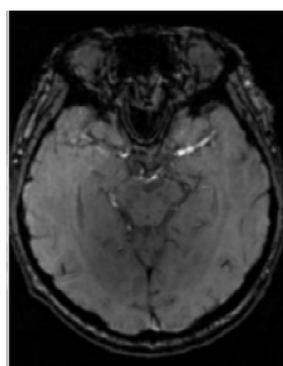


图 2 SWI 序列在责任血管区域未见磁敏感血管征

## 2 结果

2.1 患者预后的单因素分析 两组患者年龄、高血压、吸烟史、NIHSS 评分、急性脑梗死部位、SVS 差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05), 见表 1。

2.2 患者预后的多因素分析 以患者预后(预后良好=0, 预后不良=1)为因变量, 将年龄、高血压(无=0, 有=1)、吸烟史(无=0, 有=1)、NIHSS 评分(0~9 分=0, > 9 分=1)、急性脑梗死部位(侧脑室旁和内囊区=0, 大脑皮层及其他=1)、SVS(阴性=0, 阳性=1)为自变量纳入多因素二元 Logistic 回归分析。分析结果显示, 年龄、高血压、吸烟史、NIHSS 评分、急性脑梗死部位、SVS 是患者预后的独立影响因素(均 *P* < 0.05), 见表 2。依据 Nomogram 图建立模型公式:  $\text{Logit}(P) = -13.383 + 0.193 \times \text{年龄} + 1.513 \times \text{高血压} + 1.685 \times \text{吸烟史} + 2.337 \times \text{NIHSS 评分} - 1.925 \times \text{急性脑梗死部位} - 1.924 \times \text{SVS}$ , 见图 3。

表 1 两组急性前循环脑梗死患者预后的单因素分析

变量	预后良好组( <i>n</i> =68)	预后不良组( <i>n</i> =58)	$\chi^2$ ( <i>t</i> )值	<i>P</i> 值
年龄(岁)	60.6±6.3	68.3±7.2	(6.49)	< 0.05
性别[例(%)]			2.24	> 0.05
男性	43(63.24)	29(50.00)		
女性	25(36.76)	29(50.00)		
有居住地[例(%)]	44(64.71)	30(51.72)	2.18	> 0.05
婚姻状况[例(%)]			1.40	> 0.05
未婚或离异	5(7.35)	8(13.79)		
已婚	63(92.65)	50(86.21)		
高血压[例(%)]	29(42.65)	43(74.14)	12.68	< 0.05
糖尿病[例(%)]	13(19.12)	16(27.59)	1.27	> 0.05
心房颤动[例(%)]	11(16.18)	16(27.59)	2.42	> 0.05
吸烟史[例(%)]	6(8.82)	20(34.48)	12.58	< 0.05
饮酒史[例(%)]	3(4.41)	5(8.62)	0.36	> 0.05
初级卒中中心转入[例(%)]	39(57.35)	31(53.45)	0.19	> 0.05
TOAST 分型[例(%)]			0.41	> 0.05
大动脉粥样硬化型	41(60.29)	36(62.07)		
心源性栓塞型	23(33.82)	20(34.48)		
其他	4(5.88)	2(3.45)		
NIHSS 评分[例(%)]			26.22	< 0.05
0~9 分	41(60.29)	9(15.52)		
> 9 分	27(39.71)	49(84.48)		
舒张压(mmHg)	80.9±10.3	79.6±10.5	(0.70)	> 0.05
收缩压(mmHg)	153.4±12.7	154.6±13.2	(0.52)	> 0.05
急性脑梗死部位[例(%)]			18.34	< 0.05
侧脑室旁和内囊区	27(39.71)	45(77.59)		
大脑皮层及其他	41(60.29)	13(22.41)		
SVS[例(%)]	52(76.47)	16(27.59)	30.11	< 0.05

注: NIHSS 评分为美国国立卫生研究院卒中量表, SVS 为磁敏感血管征, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

表2 影响急性前循环脑梗死患者预后的多因素分析

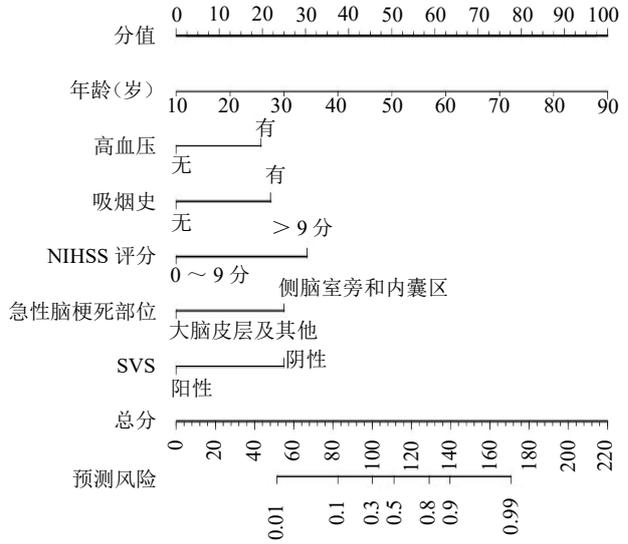
变量	回归系数	SE值	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR值	95%CI
年龄	0.193	0.049	15.666	< 0.05	1.212	1.102 ~ 1.334
高血压	1.513	0.638	5.617	< 0.05	4.539	1.299 ~ 15.855
吸烟史	1.685	0.778	4.692	< 0.05	5.393	1.174 ~ 24.774
NIHSS 评分	2.337	0.672	12.104	< 0.05	10.346	2.774 ~ 38.589
急性脑梗死部位	-1.925	0.645	8.915	< 0.05	0.146	0.041 ~ 0.516
SVS	-1.924	0.621	9.593	< 0.05	0.146	0.430 ~ 0.493
常量	-13.383	3.304	16.405	< 0.05		

注:NIHSS 评分为美国国立卫生研究院卒中量表,SVS 为磁敏感血管征

2.3 Nomogram模型的预测效果及外部验证 训练集的AUC为0.994,敏感度为0.914,特异度为0.838,校准一致性及临床获益良好,见图4A~C。验证集的AUC为0.953,其敏感度为0.920,特异度为0.931,校准一致性及临床获益均良好,见图4D~F。

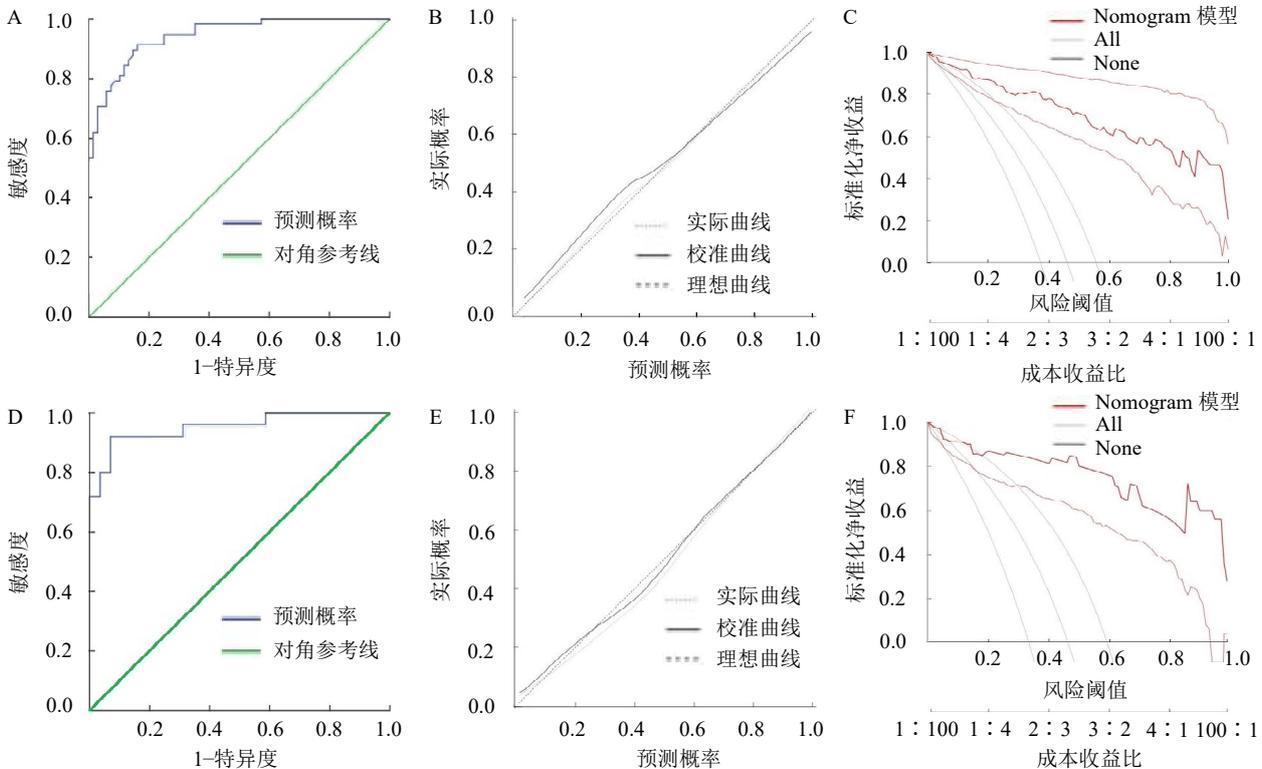
### 3 讨论

急性前循环脑梗死是临床常见且致残率高的脑血管疾病,预后与病情严重程度及脑损伤范围密切相关<sup>[7]</sup>。SVS能反映血栓组成及血管阻塞程度,阳性通常提示血栓富含去氧血红蛋白或铁成分,这类血栓更易被机械取栓或溶栓治疗清除,从而提高再通率,改善临床结局<sup>[8-9]</sup>。韩凯<sup>[10]</sup>认为SVS能敏感地发



注:NIHSS 评分为美国国立卫生研究院卒中量表,SVS 为磁敏感血管征

图3 患者预后的 Nomogram 模型



注:A 为训练集的 ROC 曲线,B 为训练集的校准曲线,C 为训练集的 DCA 曲线,D 为验证集的 ROC 曲线,E 为验证集的校准曲线,F 为验证集的 DCA 曲线

图4 预测模型的 ROC 曲线、校准曲线及 DCA 曲线

现管腔内的红色血栓。SVS 阴性多提示血栓富含纤维蛋白(白色血栓),对溶栓治疗反应较差,或提示血栓较小及栓塞来源不同(如动脉粥样硬化性血栓)<sup>[11-12]</sup>。因此,SVS 阳性患者更适合积极再通治疗。本研究结果显示,SVS 是急性前循环脑梗死患者预后的影响因素。

本研究结果显示,年龄、高血压、吸烟史、NIHSS 评分和急性脑梗死部位是急性前循环脑梗死患者预后的独立影响因素。年龄增长导致神经可塑性下降,合并症增加,治疗耐受性与康复效果降低,死亡率和致残率升高<sup>[13]</sup>。高血压、吸烟史及 NIHSS 评分也对脑梗死患者预后具有显著影响<sup>[14-16]</sup>。高血压可引起动脉硬化及血管弹性下降,加重脑梗死后的神经功能缺损;长期吸烟加剧血管内皮损伤,促进血栓形成和炎症反应,增加并发症风险;NIHSS 评分越高,神经功能损伤越重,预后越差。梁炳松等<sup>[17]</sup>研究显示,急性脑梗死的发生部位对患者预后具有显著影响,本研究与之相似。侧脑室旁和内囊区是传导纤维集中区域,受损后常导致严重的运动和感觉功能障碍,如偏瘫及偏侧感觉减退,严重影响患者预后及功能恢复<sup>[18]</sup>。相比之下,大脑皮层及其他区域的脑梗死多影响高级认知、语言及视觉空间能力,具体预后取决于受损区域及范围<sup>[19]</sup>。临床上,大脑皮层梗死患者功能恢复潜力相对较高,但仍可能伴长期认知或语言功能障碍。因此,应结合影像及神经功能评估,针对不同梗死部位制定个性化康复方案,改善患者预后。

综上所述,基于年龄、高血压、吸烟史、NIHSS 评分、急性脑梗死部位及 SVS 的预测模型对急性前循环脑梗死患者预后具有较高的预测价值。但本研究为单中心研究,有待开展多中心研究进一步验证。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

### 参 考 文 献

[1] 张豪,王怡静,张亚娟,等.血清 AGEs、NSE、GST 水平与伴 T2DM 的急性前循环脑梗死并发血管性认知障碍的关系[J]. 检验医学与临床,2024,21(18):2637-2641,2646.

[2] LEE H J, ROH H G, LEE S B, 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.

[3] 王家良.临床流行病学:临床科研设计、测量与评价[M].4版.上海:上海科学技术出版社,2014:158.

[4] KIM D H, LEE D S, NAH H W, et al. Clinical and radiological factors

associated with unfavorable outcome after intravenous thrombolysis in patients with mild ischemic stroke[J]. BMC Neurol, 2018, 18(1): 30.

[5] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9):666-682.

[6] 国家卫生健康委脑卒中防治工程委员会,中华医学会神经外科学分会神经介入学组,中华医学会放射学分会介入学组,等.急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识(2019 年修订版)[J]. 中华神经外科杂志,2019,35(9):868-879.

[7] VOLNY O, ZERNA C, TOMEK A, et al. Thrombectomy vs medical management in low NIHSS acute anterior circulation stroke[J]. Neurology, 2020, 95(24): e3364-e3372.

[8] LI Z Y, BAI X Y, GAO P Y, et al. Changes of prominent vessel sign and susceptibility vessel sign in acute ischemic stroke patients with and without successful recanalization: A study based on susceptibility weighted images[J]. Neurol Res, 2022, 44(7): 583-590.

[9] BOURCIER R, DUCHMANN Z, SGRECCIA A, et al. Diagnostic performances of the susceptibility vessel sign on MRI for the prediction of macroscopic thrombi features in acute ischemic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(11): 105245.

[10] 韩凯.磁敏感血管征结合 MRA 对急性脑梗死患者的诊断及临床价值[J].影像研究与医学应用,2023,7(20):26-28.

[11] CHEN W, WANG M H, YANG L, et al. White matter hyperintensity burden and collateral circulation in acute ischemic stroke with large artery occlusion[J]. BMC Neurol, 2024, 24(1): 6.

[12] ABDELRAKY M, DERRAZ I, LEFEVRE P H, et al. Negative susceptibility vessel sign might be predictive of complete reperfusion in patients with acute basilar artery occlusion managed with thrombectomy[J]. Eur Radiol, 2023, 33(4): 2593-2604.

[13] NOLAN N M, REGENHARDT R W, KOCH M J, et al. Treatment approaches and outcomes for acute anterior circulation stroke patients with tandem lesions[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(2): 105478.

[14] 熊建,屈战利,任瑜,等.急性前循环脑梗死血管内治疗后血管痉挛发生的影响因素及与预后的相关性[J].中国实用神经疾病杂志, 2024,27(10):1243-1248.

[15] 张强,崔小丽,蒋锋,等.急性前循环脑梗死患者机械取栓预后的影响因素分析[J].临床医学研究与实践,2023,8(4):25-29.

[16] ZHANG L, LI J, YANG B, et al. The risk and outcome of malignant brain edema in post-mechanical thrombectomy: Acute ischemic stroke by anterior circulation occlusion[J]. Eur J Med Res, 2023, 28(1): 435.

[17] 梁炳松,李育英,张岐平,等.急性前循环脑梗死患者静脉溶栓治疗效果的影响因素[J].广西医学,2022,44(16):1865-1868,1884.

[18] DUAN Q, LYU J, CHENG K, et al. MRI assessment of brain frailty and clinical outcome in patients with acute posterior perforating artery infarction[J]. J Magn Reson Imaging, 2024, 59(1): 340-349.

[19] GUI X H, WANG L P, WU C L, et al. Prognosis of subtypes of acute large artery atherosclerotic cerebral infarction by evaluation of established collateral circulation[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(11): 105232.

收稿日期:2024-12-02  
(本文编辑:孙海儿)