Modern Practical Medicine, October 2025, Vol. 37, No. 10

·临床研究·

颈动脉超声造影联合SPI-II量表预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的价值

唐苗苗，贲志飞，王珏，詹锦勇，徐开颖

【摘要】目的 探讨颈动脉斑块超声造影（CEUS）联合卒中预测工具SPI-II量表在预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发风险中的临床应用价值。**方法** 选取2016年1月至2022年4月宁波市第二医院收治的首次发生动脉硬化型前循环缺血性脑卒中住院患者258例为研究对象，根据1年内头颅CT和/或MRI的随访结果分为无复发组和复发组。比较两组患者临床资料、血液生化指标、常规超声检查、颈动脉斑块CEUS评级和SPI-II量表危险级别等的差异，分析CEUS评级联合SPI-II量表危险级别在预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发风险中的临床应用价值。**结果** 两组临床资料、血脂、血糖、尿酸、超敏C反应蛋白、斑块厚度、斑块回声和管腔狭窄程度差异均无统计学意义（均$P > 0.05$），两组CEUS评级和SPI-II量表危险级别差异均有统计学意义（χ^2=26.77、32.48，均$P < 0.05$）；颈动脉斑块CEUS评级、SPI-II量表危险级别单独和联合预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的曲线下面积分别为0.714、0.727和0.802，联合预测的价值优于单项。**结论** 颈动脉斑块CEUS评级联合SPI-II量表危险级别可以较准确地预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中的复发风险，当CEUS评级≥III级、SPI-II量表危险级别≥中危时，提示复发的风险较高，临床医生应采取积极的预防措施，减少动脉硬化型前循环缺血性脑卒中的复发。

【关键词】 超声造影；SPI-II量表；前循环；缺血性脑卒中；复发

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.10.008

【中图分类号】 R743.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2025)10-1022-04

全球范围内，脑卒中的致死率仅次于心血管疾病，位列人类主要死因的第二位[1]。其中，动脉硬化型前循环缺血性脑卒中具有高发病率、高复发率、高致残致死率等特点，对公共卫生构成重大挑战；因此，早期识别高危复发人群并实施针对性干预具有重要意义[2]。颈动脉斑块超声造影（contrast enhanced ultrasound，CEUS）作为一种先进的影像学技术，能够清晰显示斑块表面特征、内部新生血管分布及管腔狭窄程度，为临床提供了一种无创、可靠的斑块易损性评估方法。多项研究证实，CEUS检查结果与脑卒中复发风险存在显著相关性[3-4]。除影像学特征外，患者个体危险因素同样是影响复发的重要变量。SPI-II量表通过整合多项危险因素并进行权重赋分，为缺血性脑卒中的风险评估提供了量化工具[5-6]。本研究回顾性分析动脉硬化型前循环缺血性脑卒中患者的临床资料、实验室检查结果及超声影像学特征，旨在评估CEUS分级联合SPI-II量表评分对疾病复发风险的预测效能，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年1月至2022年4月宁波市第二医院因首发动脉硬化型前循环缺血性脑卒中住院患者258例。纳入标准：（1）确诊为动脉硬化型前循环缺血性脑卒中，且为首发；（2）同侧颈动脉存在厚度≥2.0 mm的非强回声斑块，且入院7 d内行颈动脉斑块CEUS检查；（3）有完整的临床资料和血液生化检查结果；（4）1年内有行头颅CT和（或）MRI影像学复查。排除标准：（1）首发和（或）复发缺血性脑卒中为非动脉硬化型前循环缺血性脑卒中者；（2）同侧颈动脉无厚度≥2.0 mm的非强回声斑块，同侧颈动脉闭塞或入院7 d内未进行颈动脉斑块CEUS检查；（3）失访或1年内未进行CT和/或MRI复查者；（4）有颅内占位性病变、脑血管畸形、颅内血管狭窄或闭塞、脑出血、同侧颈动脉手术者以及心脑肺肾等重要器官严重疾病者；（5）随访期间因其他疾病死亡者；（6）临床资料不齐全者。根据1年内头颅CT和（或）MRI的随访结果，将患者分为无复发组和

基金项目： 浙江省医药卫生科技计划项目（2023KY1089）

作者单位： 315211 宁波，宁波大学医学部（唐苗苗）；宁波市海曙区人民医院（唐苗苗）；宁波市第二医院（贲志飞、王珏、詹锦勇、徐开颖）

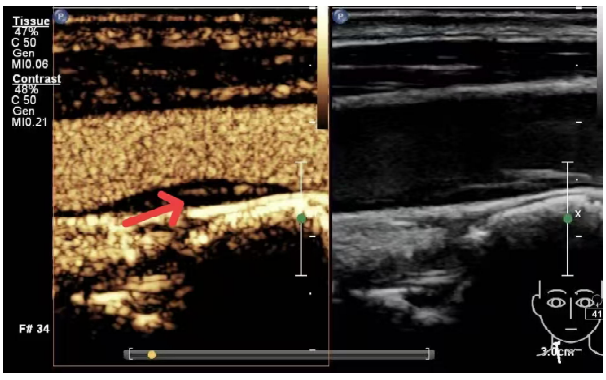
通信作者： 贲志飞，Email：595213599@qq.com

复发组。本研究获得宁波市第二医院人体研究伦理委员会批准，所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2　方法

1.2.1　颈动脉超声检查　患者取平卧位，头转向检查对侧以充分暴露颈部，采用 Philips iU22 超声诊断仪，L12-5 线阵探头。先行二维超声检查，确定颈动脉斑块的有无、厚度、内部回声和管腔的狭窄程度，选择厚度≥2.0 mm 的非强回声颈动脉斑块为观察目标进行 CEUS 检查。如缺血性脑卒中发生侧颈动脉存在多个厚度≥2.0 mm 斑块时，则选择较厚的、低回声为主的斑块为观察目标。在注射超声对比剂的同时，启动仪器内置的计时器并按下图像动态采集按钮，持续监测斑块内超声对比剂的灌注过程，观察时间不少于 120 s。依据斑块内部回声特征分为三类：回声不均匀型、低回声型及等回声型。根据颈动脉狭窄评估指南，血管狭窄程度分为：轻度狭窄（狭窄率低于 50%）、中度狭窄（50%～ 69%）、重度狭窄（70%～ 99%）。根据斑块内 CEUS 的增强情况进行分级[7]，I 级：斑块内无增强；II 级：斑块外膜或内部出现少量移动的点状增强回声；III 级：斑块外膜与内部均出现移动的散在点状及线样增强（图 1）；IV 级：斑块内出现弥漫性增强。

1.2.2　资料收集　收集入组患者的性别、年龄、体质量指数（BMI）、高血压病史、糖尿病史、冠心病史和吸烟史等；血液生化检查均为入院 3 d 内低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、三酰甘油、血糖、尿酸和超敏 C 反应蛋白等。入院当天完成头颅 CT 和/或 MRI 检查，检测颈动脉斑块厚度、内部回声和管腔狭窄程度等，影像学诊断由 2 名经验丰富的医生完成。住院期间完成心脏超声检查，排除心源性缺血性脑卒中。所有患者入院后均给予对症治疗，将血压、血脂和血糖尽量控制在正常范围内，同时对患者进行 SPI-II 量表评分（表 1）。



注：斑块内部出现散在点状及线样增强（箭头所示），评级为 III 级

图 1　斑块超声造影

1.3　统计方法　采用 SPSS 24.0 软件对数据进行分析，正态分布定量资料用均数±标准差表示，组间比较采用独立样本 t 检验；非正态分布定量资料则用中位数（四分位间距）表示，组间比较采用秩和检验；定性资料采用频数（百分比）表示，组间比较用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法；效能分析采用受试者工作特征（ROC）曲线。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组临床资料比较　随访 1 年内，动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发 56 例，占 21.7%。复发组和无复发组患者年龄、性别、BMI、病史、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、三酰甘油、血糖、尿酸、超敏 C 反应蛋白、颈动脉斑块厚度、内部回声和管腔狭窄程度差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 2。

2.2　两组颈动脉斑块 CEUS 评级和 SPI-II 量表危险级别比较　两组颈动脉斑块 CEUS 评级、SPI-II 量表危险级别差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表 3。

2.3　颈动脉斑块 CEUS 评级联合 SPI-II 量表危险级别预测价值　颈动脉斑块 CEUS 评级、SPI-II 量表危险级别单独和联合预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的曲线下面积分别为 0.714、0.727 和 0.802，联合预测的价值优于单项预测。以 CEUS 评级≥III 级和 SPI-II 量表危险级别≥中危作为预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的截断值，其预测的特异性和敏感性分别为 71.80%和 82.10%，见图 2，表 4。

表 1　SPI-II 量表评分细则

危险因素	得分
年龄＞ 70 岁	2
重度高血压（收缩压≥180 mmHg 和/或舒张压≥100 mmHg）	1
糖尿病	3
冠心病	1
充血性心力衰竭	3
既往卒中	3
卒中（非短暂性脑缺血发作）	2
总分	15

注：SPI-II 量表用于评估缺血性脑卒中患者的复发风险，其中 0 ～ 3 分为低危，4 ～ 7 分为中危，8 ～ 15 分为高危。1 mmHg≈0.133 kPa

Modern Practical Medicine, October 2025, Vol. 37, No. 10

表 2　无复发组和复发组动脉硬化型前循环缺血性脑卒中患者临床资料比较

指标		无复发组（n=202）	复发组（n=56）	χ^2（t）[Z]值	P 值
性别[例（%）]	女	41（20.30）	9（16.07）	0.50	＞ 0.05
	男	161（79.70）	47（83.93）		
年龄（岁）		69.3±9.9	72.1±9.0	（1.86）	＞ 0.05
BMI（kg/m^2）		23.21±3.10	22.82±3.51	（0.83）	＞ 0.05
高血压[例（%）]	无	91（45.05）	27（48.21）	0.18	＞ 0.05
	有	111（54.95）	29（51.79）		
糖尿病[例（%）]	无	153（75.74）	42（75.00）	0.01	＞ 0.05
	有	49（24.26）	14（25.00）		
冠心病[例（%）]	无	169（83.66）	46（82.14）	0.07	＞ 0.05
	有	33（16.34）	10（17.86）		
吸烟[例（%）]	无	123（60.89）	39（69.64）	1.44	＞ 0.05
	有	79（39.11）	17（30.36）		
低密度脂蛋白（mmol/L）		2.26（1.78，2.83）	2.21（1.76，2.79）	[0.32]	＞ 0.05
高密度脂蛋白（mmol/L）		1.12（0.91，1.35）	1.13（0.93，1.32）	[0.22]	＞ 0.05
三酰甘油（mmol/L）		1.30（0.91，1.83）	1.24（0.93，1.81）	[0.21]	＞ 0.05
血糖（mmol/L）		5.56（4.79，6.89）	5.45（4.57，6.45）	[0.80]	＞ 0.05
尿酸（μmol/L）		329.00（265.00，386.00）	327.00（263.00，379.25）	[0.18]	＞ 0.05
超敏 C 反应蛋白（mg/L）		1.52（0.64，4.27）	1.92（0.66，8.23）	[0.81]	＞ 0.05
颈动脉斑块厚度（mm）		3.60（2.80，4.70）	3.70（2.60，4.40）	[0.55]	＞ 0.05
斑块内部回声 [例（%）]	不均质回声	117（57.92）	35（62.50）	—	＞ 0.05
	低回声	81（40.10）	19（33.93）		
	等回声	4（1.98）	2（3.57）		
狭窄程度[例（%）]	轻度	95（47.03）	29（51.79）	—	＞ 0.05
	中度	52（25.74）	11（19.64）		
	重度	55（27.23）	16（28.57）		

注：BMI 为体质量指数

表 3　无复发组和复发组动脉硬化型前循环缺血性脑卒中患者的颈动脉斑块 CEUS 评级和 SPI-II 量表危险级别比较　例（%）

组别	斑块 CEUS 评级				SPI-II 量表危险级别		
	I	II	III	IV	低危	中危	高危
无复发组（n=202）	26（12.9）	70（34.7）	64（31.7）	42（20.8）	106（52.5）	62（30.7）	34（16.8）
复发组（n=56）	1（1.8）	6（10.7）	22（39.3）	27（48.2）	6（19.6）	28（41.1）	22（39.3）
χ^2 值	26.77				32.48		
P 值	＜ 0.05				＜ 0.05		

3　讨论

动脉粥样硬化型前循环缺血性脑卒中具有高发病率、高复发率、高致残率和高病死率的特点，复发性卒中患者临床结局更差。有研究发现，动脉粥样硬化型前循环缺血性脑卒中患者 1 年复发率接近 10%，5 年累计复发风险可高达 41%[8-10]。因此，建立精准的早期复发风险评估体系对改善患者预后至关重要。

既往研究提示年龄、高血压、高血脂、高血糖及吸烟等是卒中复发的危险因素[11]，但本研究复发组与无复发组临床资料及血脂、血糖等血液生化指标差异均无统计学意义。这可能与入组患者在首发卒中后接受了严格的危险因素管理（如控制血压、血脂、血糖、体质量及戒烟）有关，也可能与研究聚焦于特定亚型相关。

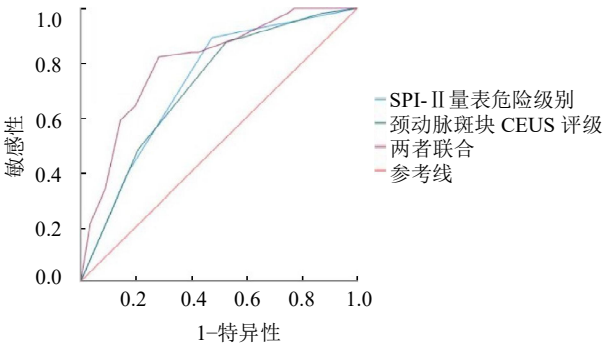


图 2　颈动脉斑块CEUS评级、SPI-II量表危险级别和两者联合预测前循环缺血性脑卒中复发风险的受试者工作特征（ROC）曲线

常规超声是颈动脉斑块筛查的常用工具，可评估斑块厚度、回声及管腔狭窄程度，但其评估斑块稳

表 4　颈动脉斑块 CEUS 评级和 SPI-II 量表评分单独及联合应用对动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的诊断效能

指标	*AUC*（95%*CI*）	敏感度	特异度	*P* 值
SPI-II 量表危险级别	0.727（0.658，0.796）	0.893	0.525	＜ 0.05
颈动脉斑块 CEUS 评级	0.714（0.644，0.785）	0.875	0.475	＜ 0.05
颈动脉斑块 CEUS 评级联合 SPI-II 量表评分	0.802（0.740，0.865）	0.821	0.718	＜ 0.05

定性易受操作者及设备条件影响，这或许是本研究组间常规超声参数无差异的原因。斑块内新生血管是识别易损斑块的关键指标之一[12-13]。CEUS 通过显示斑块内新生血管，能有效地评估斑块易损性[14]。CEUS 评级越高，提示新生血管越丰富，斑块稳定性越差，越易破裂导致血栓形成及卒中复发[15]。本研究证实复发组 CEUS 评级显著更高。

SPI-II 量表是评估卒中复发风险的常用工具，整合了年龄、高血压、糖尿病等多个危险因素[16-17]。本研究复发组 SPI-II 量表危险级别以中、高危为主，与无复发组差异有统计学意义，这表明该量表对预测本病复发具有临床价值。

CEUS 直接评估斑块易损性，SPI-II 量表则系统评估全身风险，二者结合可实现多维度评估。本研究 ROC 曲线分析显示，CEUS 评级、SPI-II 量表危险级别单独及联合预测的 *AUC* 分别为 0.714、0.727 和 0.802，联合预测效能显著优于单项指标。以 CEUS ≥ III 级和 SPI-II 量表危险级别≥中危为截断值，联合预测的敏感性和特异性分别为 71.80%和 82.10%。

综上所述，颈动脉斑块 CEUS 评级联合 SPI-II 量表评分可以较准确地预测动脉硬化型前循环缺血性脑卒中的复发风险。当 CEUS 评级≥III 级、SPI-II 量表危险级别≥中危时，提示该患者动脉硬化型前循环缺血性脑卒中复发的风险较高，应采取积极的预防措施，降低复发率。本研究亦存在局限性：（1）CEUS 为定性分析，可能存在主观性，难以完全确认复发与目标斑块的直接关联；（2）本研究单中心研究，有待更大样本或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

作者贡献声明　唐苗苗：论文撰写；贲志飞、王珏、詹锦勇、徐开颖：实验操作；唐苗苗、贲志飞：数据整理、统计学分析、论文修改；贲志飞：研究指导

参　考　文　献

[1] 《中国脑卒中防治报告 2021》编写组. 《中国脑卒中防治报告 2021》概要[J]. 中国脑血管病杂志,2023,20(11):783-792.

[2] 崔柳平,周福波,潘希娟,等.血管超声评估颈动脉斑块易损性的研究进展[J].中国超声医学杂志,2024,40(3):352-355.

[3] 赵宏波,孙静,杨旭,等.基于超声造影定量分析评估颈动脉低回声斑块与脑梗死复发的相关性研究[J].中国超声医学杂志,2024,40(3):241-244.

[4] 李怡,何文.颈动脉粥样硬化易损斑块超声标志与脑血管疾病关系的研究进展[J].中国卒中杂志,2021,16(11):1183-1188.

[5] NAVI B B, KAMEL H, SIDNEY S, et al. Validation of the Stroke Prognostic Instrument-II in a large, modern, community-based cohort of ischemic stroke survivors[J]. Stroke, 2011, 42(12): 3392-3396.

[6] KERNAN W N, VISCOLI C M, BRASS L M, et al. The stroke prognosis instrument II (SPI-II): A clinical prediction instrument for patients with transient ischemia and nondisabling ischemic stroke[J]. Stroke, 2000, 31(2): 456-462.

[7] 梅将军,张夏静,马瑛,等.超声造影检测颈动脉斑块新生血管分级预测缺血性脑卒中再发风险[J].影像研究与医学应用,2023,7(20):44-46.

[8] CHEN Y P, WRIGHT N, GUO Y, et al. Mortality and recurrent vascular events after first incident stroke: A 9-year community-based study of 0.5 million Chinese adults[J]. Lancet Glob Health, 2020, 8(4): e580-e590.

[9] FESKE S K. Ischemic stroke[J]. Am J Med, 2021, 134(12): 1457-1464.

[10] PAN Y S, LI Z X, LI J J, et al. Residual risk and its risk factors for ischemic stroke with adherence to guideline-based secondary stroke prevention[J]. J Stroke, 2021, 23(1): 51-60.

[11] SINGH A S, ATAM V, JAIN N, et al. Association of carotid plaque echogenicity with recurrence of ischemic stroke[J]. N Am J Med Sci, 2013, 5(6): 371-376.

[12] CAMPS-RENOM P, PRATS-SANCHEZ L, CASONI F, et al. Plaque neovascularization detected with contrast-enhanced ultrasound predicts ischaemic stroke recurrence in patients with carotid atherosclerosis[J]. Eur J Neurol, 2020, 27(5): 809-816.

[13] 吴水天,黄伟康,袁素馨,等.多层螺旋 CT 血管造影与颈动脉超声诊断急性脑梗死患者颈动脉狭窄的结果比较研究 [J]. 中国医学装备,2021,18(6):75-78.

[14] 黄雅萍,侯放,文晟,等.超声造影诊断颈动脉不稳定斑块破裂风险的效能[J].中国超声医学杂志,2023,39(1):5-8.

[15] SCHINKEL A F L, BOSCH J G, STAUB D, et al. Contrast-enhanced ultrasound to assess carotid intraplaque neovascularization[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(3): 466-478.

[16] 王皓香,袁媛,龙海波,等.超声造影时间-强度曲线联合 CTA 预测缺血性脑卒中复发的价值 [J]. 临床超声医学杂志,2021,23(9):659-663.

[17] 余翔,赵小英,刘斌.基于 CTA 不同评分量表评估急性缺血性脑卒中侧支建立的研究进展 [J]. 国际医学放射学杂志,2020,43(5):550-554.

收稿日期：2025-07-08

（本文编辑：孙海儿）