

那不勒斯预后评分对急性前循环大血管闭塞性脑卒中首过成功取栓患者90天不良预后的预测价值

王一可¹, 张家铭¹, 芮红立¹, 刘深龙^{2*}

¹承德医学院研究生学院, 河北 承德

²沧州市人民医院神经内科, 河北 沧州

收稿日期: 2026年7月18日; 录用日期: 2026年8月11日; 发布日期: 2026年8月24日

摘要

目的: 探讨那不勒斯预后评分(Naples Prognostic Score, NPS)对前循环大血管闭塞急性缺血性卒中首过成功取栓患者90天不良预后的预测价值, 并与中性粒细胞/淋巴细胞比值(Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, NLR)进行比较, 以明确NPS是否不劣于NLR。方法: 回顾性连续纳入2021年1月至2025年12月于沧州市人民医院行机械取栓并首次再通(mTICI 2c/3级)的前循环大血管闭塞患者。采集入院时一般资料及首次实验室指标, 依90天mRS评分分为预后良好与预后不良两组。采用多因素Logistic回归分析预后独立影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线比较NPS与NLR的预测效能; 最佳截断值通过约登指数确定。基于嵌套模型比较计算净重新分类指数(Net Reclassification Index, NRI)和综合判别改善指数(Integrated Discrimination Improvement, IDI), 以量化NPS的增量预测价值。结果: 118例患者中, 预后良好组74例(62.7%), 预后不良组44例(37.3%)。多因素Logistic回归显示, NPS (OR = 2.52, 95% CI: 1.45~4.79, P = 0.002)及NLR均为90天不良预后的独立危险因素。ROC分析显示, NPS的AUC为0.700 (95% CI: 0.606~0.793), NLR的AUC为0.656 (95% CI: 0.555~0.756), 两者差异无统计学意义(Z = 0.969, P = 0.332), 提示NPS的预测能力不劣于NLR。NPS的最佳截断值为2.5 (即NPS ≥ 3分), 敏感度为77.3%, 特异度为59.5%。多截断点分析显示, NPS ≥ 4分时特异度可达89.2%。嵌套模型比较显示, 在传统因素基础上加入NPS后AUC从0.801提升至0.839, NRI为0.041, IDI为0.0553。结论: NPS ≥ 3分是首过成功取栓后90天不良预后的独立预测指标, 其预测价值不劣于NLR (AUC: 0.700 vs 0.656, P = 0.332), 且效应量更大、评分更简便, 可作为临床早期风险分层的实用工具。

关键词

急性缺血性卒中, 机械取栓, 首过再通, 那不勒斯预后评分, NLR, 预后

*通讯作者。

Predictive Value of the Naples Prognostic Score for 90-Day Poor Outcome after First-Pass Successful Recanalization in Anterior Circulation Large Vessel Occlusion

Yike Wang¹, Jiaming Zhang¹, Hongli Rui¹, Shenlong Liu^{2*}

¹Graduate School, Chengde Medical University, Chengde Hebei

²Department of Neurology, Cangzhou People's Hospital, Cangzhou Hebei

Received: July 18, 2026; accepted: August 11, 2026; published: August 24, 2026

Abstract

Objective: To evaluate the predictive value of the Naples Prognostic Score (NPS) for 90-day poor outcome in patients with anterior circulation large vessel occlusion who achieved first-pass successful recanalization after mechanical thrombectomy, and to compare it with the neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), so as to determine whether NPS is non-inferior to NLR. **Methods:** Patients with anterior circulation large vessel occlusion who underwent mechanical thrombectomy and achieved first-pass recanalization (mTICI 2c/3) between January 2021 and December 2025 at Cangzhou People's Hospital were retrospectively enrolled. General data and initial laboratory parameters on admission were collected. Patients were divided into favorable and poor outcome groups based on the 90-day modified Rankin Scale score. Multivariable logistic regression was used to identify independent factors influencing prognosis. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to compare the predictive performance of NPS and NLR; the optimal cut-off value was determined by the Youden index. In addition, the net reclassification index (NRI) and integrated discrimination improvement (IDI) were calculated based on nested model comparisons to quantify the incremental predictive value of NPS. **Results:** Among the 118 patients, 74 (62.7%) had favorable outcomes and 44 (37.3%) had poor outcomes. Multivariable logistic regression showed that NPS (OR = 2.52, 95% CI: 1.45~4.79, P = 0.002) and NLR (OR = 1.15, 95% CI: 1.01~1.32, P = 0.043) were independent risk factors for 90-day poor outcome. ROC analysis demonstrated an AUC of 0.700 (95% CI: 0.606~0.793) for NPS and 0.656 (95% CI: 0.555~0.756) for NLR, with no significant difference between the two (Z = 0.969, P = 0.332), suggesting that NPS was non-inferior to NLR. The optimal cut-off value for NPS was 2.5 (i.e., NPS ≥ 3), yielding a sensitivity of 77.3% and a specificity of 59.5%. Multi-cutoff analysis showed that the specificity reached 89.2% at NPS ≥ 4. Nested model comparisons revealed that the addition of NPS to traditional factors improved the AUC from 0.801 to 0.839, with an NRI of 0.041 and an IDI of 0.0553. **Conclusion:** NPS ≥ 3 is an independent predictor of 90-day poor outcome after first-pass successful recanalization, with predictive value non-inferior to NLR (AUC: 0.700 vs. 0.656, P = 0.332). It offers a larger effect size and a simpler scoring system, and may serve as a practical tool for early clinical risk stratification.

Keywords

Acute Ischemic Stroke, Mechanical Thrombectomy, First-Pass Recanalization, Naples Prognostic Score, NLR, Prognosis



1. 引言

急性缺血性卒中(Acute Ischemic Stroke, AIS)中, 前循环大血管闭塞(Large Vessel Occlusion, LVO)占比约三至四成, 其自然转归较差[1][2]。近年来, 以机械取栓(Mechanical Thrombectomy, MT)为代表的血管内治疗已成为 AIS-LVO 的标准治疗方案[3]-[5], 显著改善了患者的神经功能预后。在取栓操作中, 首过成功再通(First-Pass Effect, FPE)——即一次取栓即达到 mTICI 2c/3 级再通——被视为与最佳临床结局密切相关的理想状态, 其患者往往具有更短的再通时间、更小的梗死核心及更低的并发症发生率[6]。然而, 即使血管再通成功, 90 天神经功能预后良好的占比仅为 46%, 即“无效再通”[7]。既往研究显示, 基线 NIHSS 评分偏高、高龄、发病到治疗时间较长、侧支循环代偿不足等与无效再通有关[8][9]。缺血性脑卒中继发的组织损害过程中, 炎症级联反应与代谢紊乱状态构成了核心病理环节。既往文献揭示了血清炎症标志物与血管再灌注失败之间的潜在关联性[10][11]。在众多反映宿主状态的生物标志物中, 中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)因操作简便、易于获取且能较好反映全身炎症水平, 已被广泛应用于 AIS 的预后评估[12]-[14]。但单一指标难以全面反映卒中后多通路交织的病理生理过程。由 Galizia 等[15]首次提出的那不勒斯预后评分(Naples Prognostic Score, NPS), 综合了血清白蛋白、总胆固醇、NLR、淋巴细胞与单核细胞比值(LMR), 在肿瘤、外科及心血管领域展现出优于单一指标的预测价值[16][17], 但在 FPE 人群中的适用性尚无报道。因此, 本研究旨在评估 NPS 对 FPE 患者 90 天不良预后的预测价值, 并与 NLR 进行比较, 以明确 NPS 是否不劣于 NLR。

2. 资料与方法

2.1. 对象

回顾性纳入 2021 年 1 月至 2025 年 12 月于沧州市人民医院就诊并接受机械取栓治疗的急性脑梗死患者。

入组标准: ① 年龄 ≥ 18 岁; ② AIS 诊断依据《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2023》[18]; ③ 接受取栓治疗且一次取栓即达 mTICI 2c 或 3 级再通, 并经 DSA 证实为前循环大血管闭塞(颈内动脉颅内段或大脑中动脉 M1/M2 段) [19]; ④ 发病至穿刺时间 ≤ 6 小时, 或发病到穿刺时间 6~24 小时且符合 DAWN/DEFUSE-3 影像筛选标准; ⑤ 90 天 mRS 评分完整。

排除标准: ① 后循环闭塞; ② 多次取栓(≥ 2 次)才达到再通; ③ 入院前 mRS ≥ 2 分; ④ 活动性感染、自身免疫性疾病、血液系统肿瘤或实体瘤; ⑤ 入院前 2 周内使用免疫抑制剂、糖皮质激素或化疗药物; ⑥ 严重肝病(Child-Pugh B/C)或终末期肾病($\text{eGFR} < 15 \text{ mL/min/1.73m}^2$); ⑦ 入院时已接受肠外/肠内营养支持或 1 周内输注过人血白蛋白。

本研究方案经沧州市人民医院伦理委员会审批通过(伦理批件号: K2025-198-02)。豁免知情同意。

2.2. 资料收集

记录患者基线资料, 如年龄、性别、吸烟及饮酒史、既往合并症(高血压病、冠心病、糖尿病、心房颤动、卒中/TIA 史)、入院 NIHSS 评分等。记录住院期间并发症(梗死后出血转化或脑疝[20])的发生情况(有 = 1, 无 = 0)。

2.3. 实验室及影像学检查

采集患者入院后首次静脉血于 EDTA 抗凝管中，由全自动血细胞分析仪完成中性粒细胞、淋巴细胞及单核细胞计数，据此计算 NLR 与 LMR；血清白蛋白及总胆固醇(TC)由全自动生化分析仪检测获得。NPS 赋分标准如下[15]：Alb ≥ 40 g/L、TC > 4.65 mmol/L、NLR ≤ 2.96、LMR > 4.44 均赋值为 0 分；Alb < 40 g/L、TC ≤ 4.65 mmol/L、NLR > 2.96、LMR ≤ 4.44 均赋值为 1 分，将各项得分相加即为 NPS 总分(0~4)。

由 2 名神经内科医师共同判读 DSA 检查结果及手术记录，记录血栓位置(大脑中 M1/M2，颈内动脉颅内段)、血管再通效果(mTICI 分级 2c 或 3 级)。意见不一致时协商达成一致。

2.4. 分组及随访

以出院后 90 d 为随访终点，通过电话或门诊获取 mRS 评分，0~2 分判定为预后良好，3~6 分为预后不良。

2.5. 统计学方法

应用 R 4.6.0 软件进行统计学分析。连续变量先经 Shapiro-Wilk 判断正态性，正态分布者以均数 ± 标准差描述，两组间行独立样本 t 检验，非正态分布者以中位数(四分位间距)描述，两组间行 Mann-Whitney U 检验。分类变量以例(%)表示，组间比较行 X² 检验或 Fisher 确切概率法。单因素分析中 P < 0.1 的变量进入多因素 Logistic 回归。鉴于 NPS 包含 NLR，为避免共线性，分别构建含 NLR(模型 1)和含 NPS(模型 2)的两个独立多因素模型，校正变量保持一致。绘制受试者工作特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线评估 NPS 与 NLR 对 FPE 患者 90 天不良预后的预测效能。两指标曲线下面积(Area Under the Curve, AUC)比较采用 Delong 检验。NPS 的最佳截断值依据约登指数(Youden index)确定。为进一步明确 NPS 的临床应用价值，我们分析了 NPS 在不同截断点下的诊断参数(敏感度、特异度、阳性预测值及阴性预测值)。此外，采用嵌套模型比较方法评估 NPS 的增量预测价值：以传统因素(年龄、入院 NIHSS 评分、发病到穿刺时间)为基础模型，加入 NPS 后构成扩展模型，计算净重新分类指数(Net Reclassification Index, NRI)和综合判别改善指数(Integrated Discrimination Improvement, IDI)。双侧 P < 0.05 为差异有统计学意义。

3. 结果

本研究共纳入 118 例研究对象，其中男 75 例，女 43 例，90 天预后良好组 74 例(62.7%)，预后不良组 44 例(37.3%)。

3.1. 预后良好组与预后不良组 FPE 患者基线资料比较

两组患者在性别、吸烟、饮酒、卒中/TIA 史、高血压病、糖尿病、心房颤动、静脉溶栓、白细胞、中性粒细胞、淋巴细胞、白蛋白、总胆固醇、穿刺至再通时间、闭塞部位及术者均未见显著差异(P > 0.05)；预后不良组患者的年龄、D-二聚体、入院 NIHSS 评分、入院时收缩压、发病到穿刺时间、冠心病占比、NLR 及 NPS 均高于预后良好组患者(P < 0.05)。见表 1。

Table 1. Baseline characteristics of FPE patients stratified by 90-day functional outcome
表 1. 预后良好组与预后不良组 FPE 患者基线资料比较

变量	预后良好组(74 例)	预后不良组(44 例)	χ^2/Z 值	P 值
年龄(岁)	67.5 (57.0, 72.0)	71.0 (67.0, 77.5)	2.8	0.005

续表

性别[例(%)]			0.65	0.42
男	45 (61)	30 (68)		
女	29 (39)	14 (32)		
吸烟史[例(%)]	26 (35)	21 (48)	1.83	0.18
饮酒史[例(%)]	22 (30)	17 (39)	0.99	0.32
卒中/TIA 史[例(%)]	18 (24)	14 (32)	0.78	0.38
高血压病史[例(%)]	57 (77)	31 (70)	0.63	0.43
糖尿病史[例(%)]	19 (26)	13 (30)	0.21	0.65
冠心病史[例(%)]	16 (22)	18 (41)	5	0.025
心房颤动史[例(%)]	34 (46)	19 (43)	0.09	0.77
静脉溶栓[例(%)]			0.88	0.35
否	55 (74)	36 (82)		
是	19 (26)	8 (18)		
闭塞部位[例(%)]			Fisher	0.14
大脑中 M1	55 (74)	25 (57)		
大脑中 M2	6 (8.1)	6 (14)		
颈内动脉颅内段	13 (18)	13 (30)		
并发症[例(%)]			Fisher	<0.001
无	70 (95)	29 (66)		
有(梗死后出血转化或脑疝)	4 (5.4)	15 (34)		
术者[例(%)]			Fisher	0.403
术者 1	31 (42)	10 (23)		
术者 2	7 (9.5)	5 (11)		
术者 3	3 (4.1)	2 (4.5)		
术者 4	12 (16)	9 (20)		
术者 5	4 (5.4)	6 (14)		
术者 6	11 (15)	7 (16)		
术者 7	6 (8.1)	5 (11)		
入院 NIHSS 评分[分, M (P25, P75)]	12.0 (9.0, 15.0)	15.0 (11.5, 18.5)	3.46	<0.001
入院时收缩压[mmHg, M (P25, P75)]	149.5 (135.0, 165.0)	163.0 (151.5, 170.0)	1.98	0.048
发病到穿刺时间[min, M (P25, P75)]	244.5 (162.0, 320.0)	301.5 (231.5, 393.0)	2.99	0.003
穿刺至再通时间[min, M (P25, P75)]	61.0 (43.0, 99.0)	55.0 (44.0, 91.5)	0.33	0.74
白细胞[$\times 10^9/L$, M (P25, P75)]	7.6 (6.1, 9.2)	8.5 (7.2, 9.9)	1.9	0.057
中性粒细胞绝对值[$\times 10^9/L$, M (P25, P75)]	5 (3.8, 6.5)	6.4 (5.1, 7.6)	2.94	0.003

续表

淋巴细胞绝对值[×10 ⁹ /L, M (P25, P75)]	1.3 (0.9, 1.8)	1.2 (0.8, 1.4)	1.86	0.062
白蛋白[g/L, M (P25, P75)]	41.7 (38.8, 44.1)	39.8 (36.8, 42.7)	1.66	0.097
总胆固醇[mmol/L, M (P25, P75)]	4.2 (3.5, 4.9)	3.9 (3.4, 4.8)	1.31	0.19
甘油三脂[mmol/L, M (P25, P75)]	1.2 (0.9, 1.8)	1.3 (0.9, 1.6)	0.11	0.909
葡萄糖[mmol/L, M (P25, P75)]	6.8 (5.7, 8.7)	6.9 (6.3, 8.4)	1.06	0.289
糖化血红蛋白[% , M (P25, P75)]	6.2 (5.5, 7.3)	6.5 (5.7, 8.7)	1.84	0.065
D-二聚体[mgl/L, M (P25, P75)]	0.4 (0.2, 1.4)	1 (0.3, 2.5)	2.38	0.017
同型半胱氨酸[μmol/L, M (P25, P75)]	15.5 (10.7, 21.4)	15.3 (10.7, 19)	0.6	0.552
NLR	4.2 (2.3, 6.1)	5.5 (3.8, 8.0)	2.82	0.005
LMR	3.5 (2.7, 5.3)	3.1 (2.1, 3.7)	2.13	0.034
NPS [例(%)]			3.78	<0.001
0	9 (12)	1 (2.3)		
1	5 (6.8)	3 (6.8)		
2	30 (41)	6 (14)		
3	22 (30)	21 (48)		
4	8 (11)	13 (30)		

注：FPE：首过成功再通患者；NLR：中性粒细胞/淋巴细胞比值；LMR：淋巴细胞/单核细胞比值；NPS：那不勒斯预后评分。

3.2. 影响 FPE 患者预后不良的多因素 Logistic 回归分析

构建多因素 Logistic 回归模型，因变量为 90 天神经功能预后(不良 = 1，良好 = 0)，自变量包括年龄(实测值)、入院 NIHSS 评分(实测值)、D-二聚体(实测值)、发病到穿刺时间(实测值)、冠心病(是 = 1，否 = 0)、并发症(有 = 1，无 = 0)、NLR (实测值)及 NPS (实测值)。模型 1 结果显示，入院 NIHSS 评分(OR = 1.16, 95% CI: 1.05~1.33, P = 0.009)、发病到穿刺时间(OR = 1.01, 95% CI: 1.00~1.01, P = 0.010)、并发症(OR = 13.34, 95% CI: 3.59~61.43, P < 0.001)及 NLR (OR = 1.15, 95% CI: 1.01~1.32, P = 0.043)是 FPE 患者预后不良的独立危险因素。模型 2 结果显示，入院 NIHSS 评分(OR = 1.19, 95% CI: 1.07~1.36, P = 0.003)、发病到穿刺时间(OR = 1.01, 95% CI: 1.00~1.01, P = 0.010)、并发症(OR = 29.72, 95% CI: 6.41~193.28, P < 0.001)及 NPS (OR = 2.52, 95% CI: 1.45~4.79, P = 0.002)为 FPE 患者不良结局的独立危险因素，而年龄、D-二聚体及冠心病在两模型中均未达到统计学显著水平(均 P > 0.05)。见表 2。

Table 2. Multivariable logistic regression analysis of independent risk factors for poor prognosis in FPE patients

表 2. 影响 FPE 患者预后不良的多因素 Logistic 回归分析

	模型 1						模型 2					
	β	S.E.	Wald χ ²	P 值	OR 值	95% CI	β	S.E.	Wald χ ²	P 值	OR 值	95% CI
年龄	0.026	0.028	0.85	0.357	1.03	0.97~1.09	0.015	0.028	0.26	0.608	1.01	0.96~1.08
入院 NIHSS 评分	0.153	0.058	6.92	0.009	1.16	1.05~1.33	0.176	0.060	8.57	0.003	1.19	1.07~1.36

续表

D-二聚体	0.202	0.119	2.89	0.089	1.22	1.01~1.64	0.155	0.136	1.29	0.256	1.17	0.98~1.66
发病到穿刺时间	0.006	0.002	6.64	0.01	1.01	1~1.01	0.006	0.002	6.68	0.01	1.01	1~1.01
冠心病	0.905	0.614	2.18	0.14	2.47	0.74~8.45	0.548	0.649	0.71	0.399	1.73	0.48~6.29
并发症	2.591	0.713	13.19	<0.001	13.34	3.59~61.43	3.392	0.854	15.77	<0.001	29.72	6.41~193.28
NLR	0.138	0.068	4.11	0.043	1.15	1.01~1.32						
NPS							0.926	0.302	9.42	0.002	2.52	1.45~4.79

注：FPE：首过成功再通患者；NLR：中性粒细胞/淋巴细胞比值；NPS：那不勒斯预后评分。

3.3. NPS 与 NLR 预测 FPE 预后的效能比较

ROC 曲线显示，NPS 的 AUC 为 0.700 (95% CI: 0.606~0.793)，NLR 的 AUC 为 0.656 (95% CI: 0.555~0.756)，两者 AUC 差异未达显著水平($Z = 0.969$, $P = 0.332$)，提示 NPS 的预测价值不劣于 NLR。NPS 的最佳截断值为 2.5 (即 $NPS \geq 3$ 分)，敏感度 77.3%，特异度 59.5%，约登指数 0.368；NLR 的最佳截断值为 3.24，敏感度 84.1%，特异度 44.6%，约登指数 0.287。见表 3。NPS 与 NLR 的 ROC 曲线见图 1。

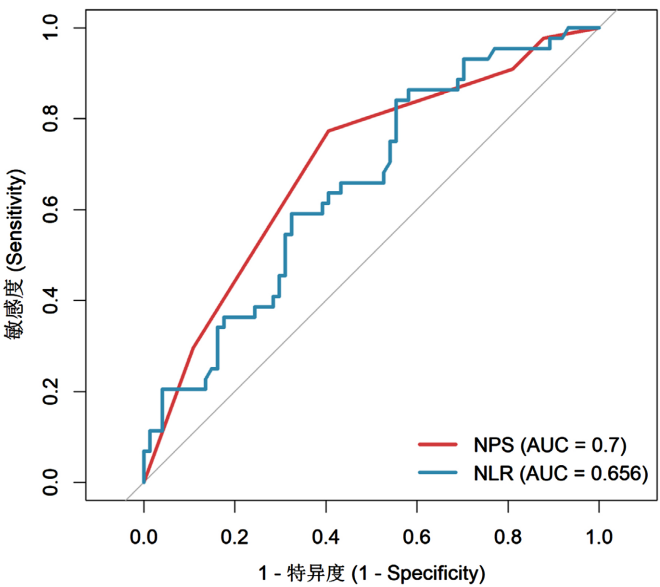


Figure 1. ROC curves of NLR and NPS for predicting poor outcome in FPE patients
图 1. NLR 与 NPS 对 FPE 患者预后不良的预测价值

Table 3. Predictive performance of NPS and NLR for 90-day poor outcome
表 3. NPS 与 NLR 对 FPE 患者预后不良的预测价值

指标	AUC	95% CI	P 值	最佳截断值	敏感度(%)	特异度(%)	约登指数
NLR	0.656	0.555~0.756	0.005	3.24	84.1	44.6	0.287
NPS	0.700	0.606~0.793	<0.001	2.50	77.3	59.5	0.367

注：FPE：首过成功再通患者；NLR：中性粒细胞/淋巴细胞比值；NPS：那不勒斯预后评分。

3.4. NPS 不同截断点诊断效能分析

为进一步明确 NPS 在不同临床决策场景中的适用性，本研究分析了 NPS 各截断点的诊断参数。NPS ≥ 3 分的约登指数最高(0.367)，为最佳平衡截断点；NPS ≥ 4 分的特异度达 89.2%，阳性预测值为 61.9%，可作为识别极高危患者的参考阈值。NPS ≥ 1 和 NPS ≥ 2 虽敏感度较高(分别为 97.7%和 90.9%)，但特异度较低(分别为 12.2%和 18.9%)，提示其假阳性率较高，临床实用价值有限。见表 4。

Table 4. Diagnostic performance of NPS at different cut-off values
表 4. NPS 不同截断点诊断效能分析

截断点(NPS $\geq$)	敏感度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	约登指数
1	97.7	12.2	39.8	90.0	0.099
2	90.9	18.9	40.0	77.8	0.098
3	77.3	59.5	53.1	81.5	0.367
4	29.5	89.2	61.9	68.0	0.187

注：NPS：那不勒斯预后评分。

3.5. NPS 增量预测价值评估

为量化 NPS 在传统预测因素之外的增量价值，本研究采用嵌套模型比较方法。以传统因素(年龄、入院 NIHSS 评分、发病到穿刺时间)为基础模型(Model A)，在此基础上加入 NPS 构成扩展模型(Model B)。结果显示，Model A 的 AUC 为 0.801 (95% CI: 0.72~0.88)，Model B 的 AUC 为 0.839 (95% CI: 0.77~0.91)，DeLong 检验 $P = 0.130$ 。NRI 为 0.041，IDI 为 0.0553，提示在传统因素基础上加入 NPS 后，患者的整体风险分类得到轻度改善，模型的整体区分能力有所提升。

4. 讨论

本研究结果显示，在首过成功取栓的前循环 LVO 患者中，NPS ≥ 3 分是 90 天不良预后的独立危险因素(OR = 2.52, 95% CI: 1.45~4.79, $P = 0.002$)，其预测区分能力与 NLR 相当(AUC: 0.700 vs 0.656, $P = 0.332$)，但效应量更大。尽管 MT 已奠定其标准治疗地位，且 FPE 被视为最佳技术结局，本组 FPE 患者不良预后比例仍达 37.3%，提示再通不等于功能恢复。入院时的全身性应激 - 修复平衡对远期预后具有重要修饰作用。

NPS 对 FPE 患者不良预后的预测作用可从其构成组分所代表的病理生理维度加以理解。在炎症层面，中性粒细胞是缺血再灌注损伤中最早浸润的免疫细胞之一，其产生的活性氧、蛋白酶和中性粒细胞胞外陷阱可直接破坏血脑屏障、加重脑水肿并诱导神经元凋亡[21]。淋巴细胞减少则反映卒中后应激相关的免疫抑制状态，与感染风险增加和神经修复延迟密切相关[22]。NLR 作为两者的比值，已被大量研究证实是 AIS 预后的独立预测因子[14] [23]，本研究亦再次验证了这一结论(NLR OR = 1.15, $P = 0.043$)。在免疫 - 单核细胞层面，单核细胞在缺血性脑损伤中可浸润至梗死区域，分化为巨噬细胞并释放促炎介质，促进神经炎症反应[24]；LMR 降低反映了促炎 - 抗炎平衡向炎症方向的偏移，本研究中 LMR 在预后不良组中显著降低($P = 0.034$)。在营养代谢层面，白蛋白不仅反映营养储备，更具有直接的神经保护作用——能够结合循环中的有毒金属离子、清除自由基、维持血浆胶体渗透压，从而减轻血管源性脑水肿[25]。低白蛋白血症在急性卒中患者中普遍存在，与梗死体积扩大和不良预后明确相关。在代谢层面，低 TC 水平常与代谢紊乱、激素失衡及营养不良相关。此外，低 TC 水平可能通过影响细胞膜的完整性和修复能力，削

弱血管稳定性[26]。值得注意的是, NPS 的单项组分中, 仅 NLR ($P = 0.005$)和 LMR ($P = 0.034$)在两组间差异显著, 而白蛋白($P = 0.097$)和总胆固醇($P = 0.190$)未达统计学显著。这一模式恰恰验证了 NPS 作为复合指标的设计逻辑: 急性缺血性卒中后的神经损伤与修复并非由单一通路主导, 而是炎症失衡、免疫抑制、营养耗竭和代谢紊乱多条通路协同作用的结果。NPS 通过整合上述四个维度, 即便某一组分单独未达显著, 其作为“风险分值”的一部分仍可累加至总分, 从而实现多维度弱信号的整合与放大——这正是其效应量($OR = 2.52$)远大于 NLR ($OR = 1.15$)的内在原因。

在预测效能上, NPS 与 NLR 的 AUC 差异无统计学意义(DeLong 检验, $P = 0.332$), 提示 NPS 达到了与单纯炎症指标同等的区分能力。然而, NPS 的核心优势在于其更广阔的临床信息维度。NLR 仅反映炎症状态, 而 NPS 同时评估营养储备和代谢能力。即使 AUC 未能显著超越 NLR, NPS 作为复合指标的“信息密度”仍远高于单一指标, 且效应量更大, 在风险量化方面具有更强的临床警示意义。本研究中, 发病到穿刺时间在多因素模型中显著($OR = 1.01$, $P = 0.010$), 进一步验证了“时间就是大脑”的卒中救治原则。即使在 FPE 这一技术操作理想的亚群中, 缩短发病到穿刺时间仍可改善远期预后, 这可能与缺血半暗带的早期挽救有关。

本研究通过约登指数确定 NPS 的最佳截断值为 2.5, 即 $NPS \geq 3$ 分, 对应的敏感度为 77.3%, 特异度为 59.5%。进一步分析不同截断点下的诊断效能显示, $NPS \geq 3$ 分的约登指数最高(0.367), 提示该截断点在敏感度与特异度之间达到了最佳平衡, 适合作为初步筛查阈值。然而, 该截断点的特异度仅为 59.5%, 对应的假阳性率为 40.5%, 意味着在临床应用中可能将部分非高危患者标记为高危, 导致不必要的进一步检查或干预, 增加医疗资源消耗及患者焦虑。当截断值提高至 $NPS \geq 4$ 时, 特异度显著提升至 89.2%, 但敏感度下降至 29.5%, 约登指数降至 0.187。尽管敏感度偏低, 但该截断点可识别出约三分之一的实际高危患者, 且假阳性率仅约 10%, 适用于需要极高特异度的决策场景(如决定是否启动强化抗炎或营养支持等资源密集性干预)。基于上述发现, 本研究提出 NPS 的临床两步分层策略: 以 $NPS \geq 3$ 分作为初步筛查阈值, 提高高危患者的检出率(敏感度 77.3%); 以 $NPS \geq 4$ 分作为极高危确认阈值(特异度 89.2%), 用于指导是否需要启动更积极的干预措施。临床医生可根据不同决策场景灵活选择合适的截断点——在急诊分诊或初步风险评估时, 优先采用 $NPS \geq 3$ 分以提高敏感度、减少漏诊; 在制定个体化治疗方案或启动有创干预时, 可参考 $NPS \geq 4$ 分以确认患者是否属于真正的极高危人群。

为量化 NPS 在传统预测因素之外的增量预测价值, 本研究进一步采用嵌套模型比较方法, 计算了净重新分类指数(NRI)和综合判别改善指数(IDI)。结果显示, 在传统因素(年龄、入院 NIHSS 评分、发病到穿刺时间)基础上加入 NPS 后, AUC 从 0.801 提升至 0.839, NRI 为 0.041, IDI 为 0.0553。NRI > 0 且 IDI > 0 提示 NPS 的加入对患者的风险分类有轻度改善, 并提升了模型的整体区分能力。上述结果表明, NPS 在传统临床因素基础上具有潜在的增量预测价值, 但其临床意义仍需在多中心、大样本研究中进一步验证。

本研究存在以下局限性。第一, 单中心、回顾性研究无法避免存在选择偏倚和信息偏倚。第二, 样本量相对较小(118 例), 未进行外部验证及亚组分析。第三, 本研究仅纳入首过成功再通患者, 结论是否适用于多次取栓或再通失败患者尚不明确。第四, 本研究未纳入侧支循环状态、ASPECTS 评分等影像学指标, 无法全面评估这些已知预后因素对 NPS 效应的潜在干扰。第五, NPS 各组分的截断值参考既往文献[15]确定, 目前尚无统一标准, 其外部适用性有待多中心、大样本研究进一步验证。未来需开展前瞻性、多中心、大样本研究, 进一步明确 NPS 的临床应用价值。

5. 结论

$NPS \geq 3$ 分是首过成功取栓的前循环大血管闭塞性卒中患者 90 天不良预后的独立预测因子($OR = 2.52$,

95% CI: 1.45~4.79, $P = 0.002$), 其预测区分能力与 NLR 相当(AUC: 0.700 vs 0.656, $P = 0.332$)。多截断点分析显示 $NPS \geq 4$ 分可作为极高危确认阈值(特异度 89.2%); 嵌套模型比较提示 NPS 在传统因素基础上具有潜在的增量预测价值($NRI = 0.041$, $IDI = 0.0553$)。NPS 具有更大的效应量和更简便的整数评分优势。可作为临床早期风险分层的实用工具。

参考文献

- [1] Lakomkin, N., Dhamoon, M., Carroll, K., Singh, I.P., Tuhim, S., Lee, J., *et al.* (2019) Prevalence of Large Vessel Occlusion in Patients Presenting with Acute Ischemic Stroke: A 10-Year Systematic Review of the Literature. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, **11**, 241-245. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2018-014239>
- [2] 封帆, 刘凤至, 龚涛. 急性缺血性卒中的治疗进展[J]. 中华全科医师杂志, 2025, 24(9): 1052-1059.
- [3] Munoz, A., Jabre, R., Orenday-Barraza, J.M., Eldin, M.S., Chen, C., Al-Saiegh, F., *et al.* (2023) A Review of Mechanical Thrombectomy Techniques for Acute Ischemic Stroke. *Interventional Neuroradiology*, **29**, 450-458. <https://doi.org/10.1177/15910199221084481>
- [4] 王小琴, 寇文辉, 明喜梅, 等. 基于轨迹模型分析血清 NLR 家族含 CARD 结构蛋白 4 对急性脑梗死机械取栓术后早期神经功能恶化的影响[J]. 临床神经病学杂志, 2026, 39(3): 176-180.
- [5] Zhang, L., Chen, Q., Wang, M., Wang, Y., Lei, D. and Chen, S. (2022) Analysis of the Therapeutic Effect of Multimode Mechanical Thrombectomy in the Treatment of Acute Ischemic Stroke. *World Neurosurgery*, **165**, e488-e493. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.06.085>
- [6] Zaidat, O.O., Castonguay, A.C., Linfante, I., Gupta, R., Martin, C.O., Holloway, W.E., *et al.* (2018) First Pass Effect: A New Measure for Stroke Thrombectomy Devices. *Stroke*, **49**, 660-666. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.117.020315>
- [7] Goyal, M., Menon, B.K., van Zwam, W.H., Dippel, D.W.J., Mitchell, P.J., Demchuk, A.M., *et al.* (2016) Endovascular Thrombectomy after Large-Vessel Ischaemic Stroke: A Meta-Analysis of Individual Patient Data from Five Randomised Trials. *The Lancet*, **387**, 1723-1731. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)00163-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)00163-x)
- [8] 魏娜, 刘欣, 聂曦明, 等. 侧支状态对急性前循环大血管闭塞性脑梗死无效再通的影响[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(4): 450-455.
- [9] 朱文莉, 张穿洋, 彭明洋, 等. 急性脑卒中血管内治疗后无效再通的风险因素及其列线图预测模型构建[J]. 重庆医学, 2022, 51(23): 4043-4047.
- [10] Yang, J., Jin, Z., Song, J., Guo, C., Xie, D., Yue, C., *et al.* (2023) Futile Recanalization after Endovascular Treatment in Patients with Acute Basilar Artery Occlusion. *Neurosurgery*, **92**, 1006-1012. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000002313>
- [11] Ma, J., Guo, W., Xu, J., Li, S., Ren, C., Wu, L., *et al.* (2022) Association of Platelet-to-Lymphocyte Ratio and Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio with Outcomes in Stroke Patients Achieving Successful Recanalization by Endovascular Thrombectomy. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 1039060. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1039060>
- [12] 朱笑平, 张民乐, 刘少斌, 等. Hey、FT3 联合 NLR 对急性脑梗死患者短期预后不良的预测价值探讨[J]. 黑龙江医药, 2026, 39(2): 269-272.
- [13] 马秀娥, 赵丽, 张立东, 等. 外周血 NLR、PLR、MPV、FGFR-1 水平与急性脑梗死患者神经功能缺损及预后的关系[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2026, 18(4): 716-719.
- [14] Giede-Jeppe, A., Madžar, D., Sembill, J.A., Sprügel, M.I., Atay, S., Hoelter, P., *et al.* (2020) Increased Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio Is Associated with Unfavorable Functional Outcome in Acute Ischemic Stroke. *Neurocritical Care*, **33**, 97-104. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00859-5>
- [15] Galizia, G., Lieto, E., Auricchio, A., Cardella, F., Mabilia, A., Podzemny, V., *et al.* (2017) Naples Prognostic Score, Based on Nutritional and Inflammatory Status, Is an Independent Predictor of Long-Term Outcome in Patients Undergoing Surgery for Colorectal Cancer. *Diseases of the Colon & Rectum*, **60**, 1273-1284. <https://doi.org/10.1097/dcr.0000000000000961>
- [16] 许焜尹, 毛伟敏. 整合炎症与营养状态的那不勒斯预后评分在肺癌中的临床价值及研究进展[J]. 中国肿瘤, 2026, 35(3): 244-251.
- [17] Aoyama, T., Kato, A., Hashimoto, I., Maezawa, Y., Hara, K., Kazama, K., *et al.* (2024) The Naples Prognostic Score Is an Independent Prognostic Factor for Gastric Cancer Patients Who Receive Curative Treatment. *In Vivo*, **38**, 890-896. <https://doi.org/10.21873/in vivo.13515>
- [18] 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. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023 [J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559.

- [19] 张潇文, 唐涛, 李迪, 等. 急性前循环大血管闭塞性脑梗死进展速度的影响因素分析[J]. 首都医科大学学报, 2025, 46(4): 688-693.
- [20] 中华医学会神经病学分会神经重症协作组, 中国医师协会神经内科医师分会神经重症专委会. 大脑半球大面积脑梗死监护与治疗中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(9): 645-652.
- [21] Li, Y., Xu, X., Wu, X., Li, J., Chen, S., Chen, D., *et al.* (2025) Cell Polarization in Ischemic Stroke: Molecular Mechanisms and Advances. *Neural Regeneration Research*, **20**, 632-645. <https://doi.org/10.4103/nrr.nrr-d-23-01336>
- [22] Vogelgesang, A., Becker, K.J. and Dressel, A. (2014) Immunological Consequences of Ischemic Stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*, **129**, 1-12. <https://doi.org/10.1111/ane.12165>
- [23] 许海东, 张丽丽, 王敏. 血浆 D-二聚体、中性粒细胞/淋巴细胞及血小板/淋巴细胞在老年急性缺血性脑卒中患者预后中的临床价值[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(10): 2324-2327.
- [24] Shi, R., Tian, Y., Tian, J., Liu, Q., Zhang, J., Zhang, Z., *et al.* (2025) Association between the Systemic Immunity-Inflammation Index and Stroke: A Population-Based Study from NHANES (2015-2020). *Scientific Reports*, **15**, Article No. 381. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83073-4>
- [25] Zhang, F., Huang, L., Li, M., Quan, Z., Wang, Y., Luo, H., *et al.* (2023) Effect of Pre-Operative Low Serum Pre-Albumin on Surgical Site Infection in Post-Surgery Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Surgical Infections*, **24**, 684-691. <https://doi.org/10.1089/sur.2023.095>
- [26] Feng, Y., Xu, W., Tang, S., Ye, Z., Fang, P., Abdullah, G., *et al.* (2024) Inflammation, Nutrition, and Biological Aging: The Prognostic Role of Naples Prognostic Score in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Outcomes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **213**, Article ID: 111749. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2024.111749>