

入院NLR与轻型急性缺血性卒中72小时内早期神经功能恶化的关联

邢子鹤, 钟平*

安徽医科大学附属宿州医院神经内科, 安徽 宿州

收稿日期: 2026年3月13日; 录用日期: 2026年4月6日; 发布日期: 2026年4月14日

摘要

目的: 探讨入院中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)与轻型急性缺血性卒中(AIS)患者72小时内早期神经功能恶化(END)的关联。方法: 回顾性纳入轻型AIS患者80例, 比较END与非END组NLR水平, 并以ROC曲线评估NLR对END的判别效能, 并在事件数有限情况下对低密度脂蛋白与高血压进行有限校正。结果: END发生率为15.0%。END组NLR高于非END组($P < 0.001$)。以NLR中位数分组后, 高NLR组END发生率高于低NLR组($P = 0.026$)。ROC曲线AUC = 0.865。多因素回归提示NLR升高与END发生相关($P = 0.001$)。结论: 入院NLR升高与轻型AIS患者72小时内END发生相关, 可作为早期风险提示指标之一, 仍需更大样本研究验证。

关键词

急性缺血性卒中, 轻型卒中, 早期神经功能恶化, 中性粒细胞/淋巴细胞比值, 炎症

Association between Admission Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Early Neurological Deterioration within 72 Hours in Minor Acute Ischemic Stroke

Zihe Xing, Ping Zhong*

Department of Neurology, Suzhou Hospital of Anhui Medical University, Suzhou Anhui

Received: March 13, 2026; accepted: April 6, 2026; published: April 14, 2026

*通讯作者。

文章引用: 邢子鹤, 钟平. 入院 NLR 与轻型急性缺血性卒中 72 小时内早期神经功能恶化的关联[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 2862-2868. DOI: 10.12677/acm.2026.1641541

Abstract

Objective: To investigate the association between admission neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) and early neurological deterioration (END) within 72 hours in patients with minor acute ischemic stroke (AIS). **Methods:** A total of 80 patients with minor AIS were retrospectively enrolled. Admission NLR levels were compared between the END and non-END groups. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was used to evaluate the discriminative ability of NLR for END. Given the limited number of END events, only limited adjustment was performed for low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) and hypertension in the multivariable analysis. **Results:** END occurred in 15.0% of patients. Admission NLR was significantly higher in the END group than in the non-END group ($P < 0.001$). After dichotomization according to the median NLR value, the incidence of END was significantly higher in the high-NLR group than in the low-NLR group ($P = 0.026$). ROC analysis showed an AUC of 0.865. Multivariable analysis showed that elevated NLR was associated with END ($P = 0.001$). **Conclusion:** Elevated admission NLR is associated with END within 72 hours in patients with minor AIS and may serve as an early indicator of END risk. Further studies with larger sample sizes are needed for validation.

Keywords

Acute Ischemic Stroke, Minor Stroke, Early Neurological Deterioration, Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Inflammation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

轻型急性缺血性卒中在临床中较为常见,常以入院美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 ≤ 5 分为操作性定义[1]。尽管初始神经功能缺损较轻,但研究显示一定比例的患者在急性期出现病情进展,导致最终功能结局不良[2]。早期神经功能恶化(early neurological deterioration, END)通常指入院后短期内神经功能缺损加重,常用判定标准之一为 72 小时内 NIHSS 较基线增加 ≥ 2 分[3] [4]。识别轻型卒中中易发生 END 的高风险人群,对优化监测强度、及时调整治疗及改善预后具有重要意义。

炎症反应参与缺血性脑损伤、血栓进展及微循环障碍等多个环节。中性粒细胞可通过释放炎症介质、促凝与血管内皮损伤等机制加重脑组织损害;而淋巴细胞减少提示应激与免疫失衡,也与卒中不良转归相关[5]。中性粒细胞/淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)来源于常规血常规,获取便捷且成本低,被认为可综合反映机体炎症与免疫状态。既往研究提示 NLR 与急性卒中严重程度及不良结局相关,且在不同卒中亚型中与 END 存在关联[6] [7]。然而,在轻型 AIS 这一人群中,入院 NLR 与 72 小时内 END 的关系仍需进一步研究。

本研究基于单中心回顾性队列,探讨入院 NLR 与轻型 AIS 患者 72 小时内 END 的关联,为临床早期风险识别提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本研究为单中心回顾性研究。回顾性纳入 2024 年 7 月至 2025 年 7 月于本院神经内科住院的急性缺

血性卒中患者。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) 符合 AIS 诊断; (3) 入院基线 NIHSS 评分 ≤ 5 分; (4) 入院后 24 小时内完成血常规检查; (5) 住院 72 小时内有至少一次复测 NIHSS 记录, 或病程记录可明确判断 72 小时内是否发生神经功能恶化。排除标准: (1) 接受静脉溶栓或血管内治疗(机械取栓)者; (2) 入院时合并明确感染或其他明显影响血细胞计数的急性炎症状态者; (3) 既往血液系统疾病、活动性肿瘤化疗、长期免疫抑制治疗等可能影响外周血细胞计数者; (4) 关键资料缺失者。

2.2. 资料收集

从电子病历系统提取并核对患者资料, 包括一般资料(年龄、性别)、卒中相关信息(发病至入院时间、入院基线 NIHSS 评分)、既往史与危险因素(高血压、糖尿病、心房颤动、吸烟史)以及入院 24 小时内实验室检查(白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板计数、入院血糖、低密度脂蛋白)。

2.3. NLR 计算

$NLR = \text{中性粒细胞计数} / \text{淋巴细胞计数}$ 。为便于后续统计分析, 按全体样本 NLR 中位数(2.08)将患者分为高 NLR 组(≥ 2.08)与低 NLR 组(< 2.08)。

2.4. 结局指标: 早期神经功能恶化(END)

END 定义为入院后 72 小时内任一时间点 NIHSS 评分较入院基线增加 ≥ 2 分。NIHSS 评分由经过培训的神经内科医师评定, 患者于入院时进行基线 NIHSS 评估, 并在入院后常规于每日查房时(即 24 小时、48 小时、72 小时节点)复评 NIHSS 评分, 或在病情变化时即刻记录, 最终取区间最高值判定。若存在低血糖、癫痫发作后状态、镇静等可逆因素导致的短暂波动, 结合病程记录排除后再判定 END。

2.5. 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。符合正态分布者以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 不符合正态分布者以中位数(四分位数间距)表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分比)表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 当理论频数不足时采用 Fisher 确切概率法。按 NLR 中位数分组比较 END 发生率, 并计算 OR 及 95% CI。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估入院 NLR 对 END 的判别效能, 计算曲线下面积(AUC)及 95% CI, 并以 Youden 指数最大处确定最佳截点, 同时报告敏感度与特异度。进一步构建多因素 Logistic 回归模型评估 NLR 与 END 的关联, 考虑 END 事件数有限, 仅纳入 NLR、低密度脂蛋白及高血压进行有限校正, 避免与 NLR 构成项(白细胞、中性粒细胞、淋巴细胞)同时入模。为验证结果稳健性, 按入院 NIHSS (0~1 分与 2~5 分)进行分层分析。所有检验均为双侧检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 基线资料

共纳入轻型 AIS 患者 80 例, 其中发生 END 12 例(15.0%)。在 12 例发生 END 的患者中, 肢体无力加重 6 例、言语不清加重 3 例、感觉减退加重 2 例及共济失调加重 1 例。END 组与非 END 组的基线特征比较见表 1。

3.2. NLR 分组与 END 发生率

全体样本 NLR 中位数为 2.08。按 NLR 中位数分组后, 高 NLR 组($n = 41$) END 发生率高于低 NLR 组($n = 39$), 见表 2。

Table 1. Baseline characteristics of minor AIS patients stratified by END**表 1.** 轻型 AIS 患者基线特征(按是否发生 END 分组)

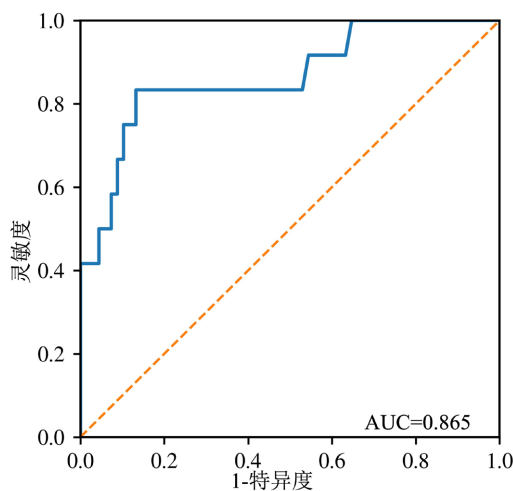
项目	END 组($n = 12$)	非 END 组($n = 68$)	P 值
年龄(岁)	68.42 \pm 4.98	65.37 \pm 8.85	0.102
男性	6 (50.0%)	37 (54.4%)	1.000
发病至入院时间(h)	17.05 (10.28, 19.82)	11.95 (8.25, 18.05)	0.236
入院 NIHSS 评分	3.50 (2.00, 4.25)	2.00 (1.00, 3.00)	0.186
高血压	11 (91.7%)	42 (61.8%)	0.051
糖尿病	5 (41.7%)	22 (32.4%)	0.527
心房颤动	0 (0.0%)	7 (10.3%)	0.587
吸烟史	6 (50.0%)	21 (30.9%)	0.207
白细胞计数($\times 10^9/L$)	7.44 (6.54, 8.81)	6.42 (5.31, 7.37)	0.016
中性粒细胞计数($\times 10^9/L$)	5.50 (4.54, 7.25)	3.95 (3.14, 4.81)	0.001
淋巴细胞计数($\times 10^9/L$)	1.31 \pm 0.37	1.94 \pm 0.51	<0.001
NLR	3.96 (3.40, 6.79)	1.99 (1.49, 2.79)	<0.001
血小板计数($\times 10^9/L$)	225.00 \pm 68.25	221.01 \pm 47.07	0.849
入院血糖(mmol/L)	6.98 (6.04, 8.54)	6.29 (5.25, 7.21)	0.103
低密度脂蛋白(mmol/L)	3.39 \pm 1.28	2.56 \pm 0.82	0.049

Table 2. Comparison of END incidence between high- and low-NLR groups**表 2.** 按 NLR 中位数分组的 END 发生率比较

分组	END [n (%)]	非 END [n (%)]	OR (95% CI)	P 值
高 NLR 组	10 (24.4%)	31 (75.6%)	5.97 (1.22~29.31)	0.026
低 NLR 组	2 (5.1%)	37 (94.9%)	1.00 (参照)	-

注: OR 以低 NLR 组为参照。P 值采用 Fisher 确切概率法。

ROC 曲线分析显示, 入院 NLR 对 72 小时内 END 具有较好的判别效能, AUC = 0.865 (95% CI 0.733~0.973)。以 Youden 指数最大确定最佳截点为 3.17, 对应敏感度 83.3%, 特异度 86.8% (见图 1)。

**Figure 1.** ROC curve of admission NLR for predicting END within 72 hours in minor AIS**图 1.** 入院 NLR 预测轻型 AIS 患者 72 小时内 END 的 ROC 曲线

3.3. NIHSS 分层分析

按入院基线 NIHSS 评分分为 0~1 分层与 2~5 分层, 在各分层内比较高/低 NLR 组 END 发生率, 结果方向一致(表 3)。

Table 3. Stratified analysis by baseline NIHSS
表 3. 按基线 NIHSS 分层分析

NIHSS 分层	高 NLR 组(END/总数)	低 NLR 组(END/总数)	OR	95% CI	P 值
0~1	2/15	0/7	2.78	0.12~65.79	1.000
2~5	8/26	2/32	6.67	1.27~34.92	0.032

注: 分层内采用 Fisher 确切概率法。

3.4. 多因素分析

将 NLR 作为连续变量纳入多因素 Logistic 回归模型, 并在事件数有限情况下仅校正低密度脂蛋白与高血压。结果显示, NLR 每升高 1 单位, END 发生风险增加($aOR = 3.31$, 95% CI 1.61~6.79, $P = 0.001$); 低密度脂蛋白亦与 END 发生相关($P = 0.036$), 高血压差异无统计学意义($P = 0.330$), 见表 4。

Table 4. Multivariable logistic regression for END
表 4. END 的多因素 Logistic 回归分析

变量	aOR	95% CI	P 值
NLR (每升高 1 单位)	3.31	1.61~6.79	0.001
LDL-C (每升高 1 mmol/L)	3.24	1.08~9.73	0.036
高血压(有 vs 无)	3.27	0.30~35.34	0.330

注: aOR 为调整比值比。模型纳入 NLR、低密度脂蛋白及高血压。

4. 讨论

本研究基于单中心回顾性队列, 探讨了入院 NLR 与轻型 AIS 患者 72 小时内 END 的关系。主要发现如下: (1) 轻型 AIS 患者 72 小时内 END 发生率为 15.0%; (2) END 组入院 NLR 明显高于非 END 组; (3) 按 NLR 中位数分组后, 高 NLR 组 END 发生率显著升高, 提示入院 NLR 升高与早期病情进展相关。

END 是轻型卒中预后不良的重要原因。Nguyen 等在轻型卒中人群中观察到 END 发生率约 10%, 且 END 与 90 天不良功能结局相关[8]。本研究 END 发生率略高, 可能与入组时间窗、患者基础危险因素构成、以及 END 定义与评估频次差异有关。本研究结果发现, END 主要表现为肢体无力及言语不清加重为主, 而感觉减退加重所占比例相对较低, 这提示本研究所观察到的 END 并非主要由轻微、主观性较强的感觉症状恶化为主, 而更多反映了具有客观临床意义的神经功能恶化进展。

NLR 作为炎症与免疫状态的综合指标, 近年来在卒中研究中受到关注。既往研究在前循环卒中人群中发现入院 NLR 升高与 END 发生存在关联, NLR > 2.65 是 END 的独立预测因子[9]。系统评价亦提示发生 END 的卒中患者 NLR 水平更高[10]。本研究在轻型 AIS 人群中观察到, 入院 NLR 升高与 72 小时内 END 发生相关, 且在有限多因素校正后这一关联仍然存在, 提示即使初始 NIHSS 较低, 炎症激活仍可能参与早期病情进展。中性粒细胞可通过释放蛋白酶、活性氧及炎症介质, 促进血脑屏障破坏与脑水肿形成, 并增强血栓炎症反应; 同时淋巴细胞减少反映应激相关免疫抑制与炎症失衡[11]-[13]。NLR 升高可能提示高炎症与低免疫力的不良状态, 从而增加梗死扩展、灌注不足或微循环障碍相关的神经功能

恶化风险[14] [15]。

此外, 本研究中 LDL-C 亦与 END 发生相关, 这提示轻型 AIS 患者的早期神经功能恶化可能并非仅反映卒中后单纯炎症反应, 而可能涉及炎症及脂质沉积共同参与的血管病变进展。较高 LDL-C 可促进斑块进展、氧化应激及内皮功能障碍, 而升高的 NLR 提示外周炎症激活和免疫失衡。二者共同存在时, 可能提示患者更容易存在炎症活跃、纤维帽脆弱的动脉粥样硬化易损斑块, 进而通过微栓塞、原位血栓进展或局部灌注进一步下降等机制导致 END [16]。对轻型卒中患者而言, 尽管基线神经功能缺损较轻, 但若同时存在较高 NLR 和 LDL-C, 临床上仍应警惕潜在的病情进展风险。

综上所述, 本研究结果具有一定临床启示, NLR 来源于常规血常规, 获取方便, 结合临床评估可用于轻型卒中患者的早期风险分层。对于入院 NLR 较高者, 临床可考虑加强神经功能监测、完善病因学评估, 并警惕病情进展。

本研究存在以下局限。第一, 本研究为单中心回顾性研究, 样本量较小, 且 END 事件数有限, 部分分析结果的置信区间较宽, 统计效能和结果稳定性均有限。第二, 回顾性研究设计可能存在一定选择偏倚和信息偏倚。第三, 受 END 事件数限制, 多因素分析仅能进行有限校正, 仍可能存在残余混杂, 相关结果需谨慎解释。

5. 结论

入院 NLR 升高与轻型急性缺血性卒中患者 72 小时内 END 发生相关, 且在校正低密度脂蛋白与高血压后该关联仍存在。NLR 获取方便, 可作为临床早期风险提示指标之一, 但仍需更大样本及前瞻性研究进一步验证。

伦理声明

本研究获得安徽医科大学附属宿州医院伦理委员会批准(审批号: KY-YJ-2025-015)。

参考文献

- [1] De Santis, F., Foschi, M., D'Anna, L., Coutts, S.B., Fischer, U., Khatri, P., *et al.* (2026) Acute Treatment of Disabling and Nondisabling Minor Ischemic Stroke: Expert Guidance for Clinicians. *Stroke*, **57**, 549-559. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.125.053504>
- [2] Sung, S.M., Kang, Y.J., Cho, H.J., Kim, N.R., Lee, S.M., Choi, B.K., *et al.* (2020) Prediction of Early Neurological Deterioration in Acute Minor Ischemic Stroke by Machine Learning Algorithms. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **195**, Article ID: 105892. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2020.105892>
- [3] Yu, T.B., Lee, C., Mallah, M., Belo, C.D., Uribe Mz Recaman, M.L., Noui, Y., *et al.* (2025) Early Neurological Deterioration Following Acute Stroke: Association with Reperfusion Therapies and National Institutes of Health Stroke Scale Score. *Frontiers in Stroke*, **4**, Article 1518685. <https://doi.org/10.3389/fstro.2025.1518685>
- [4] Sabir Rashid, A., Huang-Link, Y., Johnsson, M., Wetterhäll, S. and Gauffin, H. (2022) Predictors of Early Neurological Deterioration and Functional Outcome in Acute Ischemic Stroke: The Importance of Large Artery Disease, Hyperglycemia and Inflammatory Blood Biomarkers. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, **18**, 1993-2002. <https://doi.org/10.2147/ndt.s365758>
- [5] Chen, R., Zhang, X., Gu, L., Zhu, H., Zhong, Y., Ye, Y., *et al.* (2021) New Insight into Neutrophils: A Potential Therapeutic Target for Cerebral Ischemia. *Frontiers in Immunology*, **12**, Article 692061. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.692061>
- [6] Wang, L., Song, Q., Wang, C., Wu, S., Deng, L., Li, Y., *et al.* (2019) Neutrophil to Lymphocyte Ratio Predicts Poor Outcomes after Acute Ischemic Stroke: A Cohort Study and Systematic Review. *Journal of the Neurological Sciences*, **406**, Article ID: 116445. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.116445>
- [7] Nam, K., Kim, T.J., Lee, J.S., Park, S., Jeong, H., Yoon, B., *et al.* (2019) Neutrophil-To-Lymphocyte Ratio Predicts Early Worsening in Stroke Due to Large Vessel Disease. *PLOS ONE*, **14**, e0221597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221597>
- [8] Nguyen, D.T., Mai, T.D., Dao, P.V., Ha, H.T., Fabus, M., Fleming, M., *et al.* (2025) Early Neurological Deterioration

- in Patients with Minor Stroke: A Single-Center Study Conducted in Vietnam. *PLOS One*, **20**, e0323700. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323700>
- [9] Zhao, L., Zhou, S., Dai, Q. and Li, J. (2024) Neutrophil Lymphocyte Ratio Predicts Early Neurological Deterioration in Patients with Anterior Circulation Stroke. *International Journal of General Medicine*, **17**, 5325-5331. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s472316>
- [10] Sarejloo, S., Kheradjo, H., Es Haghi, S., Hosseini, S., Gargari, M.K., Azarhomayoun, A., *et al.* (2022) Neutrophil-to-lymphocyte Ratio and Early Neurological Deterioration in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, **2022**, Article ID: 8656864. <https://doi.org/10.1155/2022/8656864>
- [11] Nowaczewska-Kuchta, A., Ksiazek-Winiarek, D. and Glabinski, A. (2025) Interaction between Neutrophils and Elements of the Blood-Brain Barrier in the Context of Multiple Sclerosis and Ischemic Stroke. *International Journal of Molecular Sciences*, **26**, Article 4437. <https://doi.org/10.3390/ijms26094437>
- [12] Sugimoto, K., Yang, C., Ono, M., Shirazaki, M., Katada, R. and Matsumoto, H. (2025) Neutrophils Induce Astrocytic AQP4 Expression via Il-1 α and TNF, Contributing to Cerebral Oedema in Ischaemic Stroke Rats. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 13923. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98758-7>
- [13] Faura, J., Bustamante, A., Miró-Mur, F. and Montaner, J. (2021) Stroke-Induced Immunosuppression: Implications for the Prevention and Prediction of Post-Stroke Infections. *Journal of Neuroinflammation*, **18**, Article No. 127. <https://doi.org/10.1186/s12974-021-02177-0>
- [14] Li, W., Hou, M., Ding, Z., Liu, X., Shao, Y. and Li, X. (2021) Prognostic Value of Neutrophil-To-Lymphocyte Ratio in Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*, **12**, Article 686983. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.686983>
- [15] Wang, H., Zhang, S., Xie, L., Zhong, Z. and Yan, F. (2023) Neuroinflammation and Peripheral Immunity: Focus on Ischemic Stroke. *International Immunopharmacology*, **120**, Article ID: 110332. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2023.110332>
- [16] Miceli, G., Basso, M.G., Pintus, C., Pennacchio, A.R., Cocciola, E., Cuffaro, M., *et al.* (2024) Molecular Pathways of Vulnerable Carotid Plaques at Risk of Ischemic Stroke: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences*, **25**, Article 4351. <https://doi.org/10.3390/ijms25084351>