

轻型小动脉闭塞型急性后循环脑梗死患者早期神经功能恶化的危险因素分析

冯千正^{1,2*}, 李婷婷³, 曹旭鑫¹, 张 静^{2#}

¹承德医学院研究生学院, 河北 承德

²邢台市人民医院神经内四科, 河北 邢台

³河北医科大学研究生学院, 河北 石家庄

收稿日期: 2025年12月23日; 录用日期: 2026年1月18日; 发布日期: 2026年1月29日

摘 要

目的: 探讨轻型小动脉闭塞型急性后循环脑梗死(APCCI)患者发生早期神经功能恶化(END)的危险因素。方法: 回顾性分析90例轻型小动脉闭塞型后循环急性脑梗死患者的临床资料, 根据入院后72 h内是否发生END分为END组15例和无END组75例。比较2组的一般特征及临床资料, 采用Logistic回归模型分析轻型小动脉闭塞型后循环急性脑梗死患者发生END的独立危险因素。结果: 90例轻型小动脉闭塞型APCCI患者发生END15例(16.67%)。多因素Logistic回归分析结果显示, 血小板计数减少($OR = 0.982$, 95% $CI = 0.967 \sim 0.996$, $P = 0.012$)、椎动脉狭窄($OR = 18.737$, 95% $CI = 1.929 \sim 181.992$, $P = 0.012$)为轻型小动脉闭塞型后循环急性脑梗死患者发生END的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。结论: 血小板计数减少、椎动脉狭窄的轻型小动脉闭塞型后循环急性脑梗死患者发生END的风险增大, 临床上对该类患者进行治疗时应综合评估上述因素。

关键词

急性后循环脑梗死, 早期神经功能恶化, 危险因素, 轻型, 小动脉闭塞型

Risk Factors for Early Neurological Deterioration in Patients with Mild Small Artery Occlusion Acute Posterior Circulation Cerebral Infarction

Qianzheng Feng^{1,2*}, Tingting Li³, Xuxin Cao¹, Jing Zhang^{2#}

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 冯千正, 李婷婷, 曹旭鑫, 张静. 轻型小动脉闭塞型急性后循环脑梗死患者早期神经功能恶化的危险因素分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 2858-2865. DOI: 10.12677/acm.2026.161347

¹Graduate School of Chengde Medical University, Chengde Hebei²Fourth Department of Neurology, Xingtai People's Hospital, Xingtai Hebei³Graduate School of Hebei Medical University, Shijiazhuang Hebei

Received: December 23, 2025; accepted: January 18, 2026; published: January 29, 2026

Abstract

Objective: This paper aims to explore the risk factors for early neurological deterioration (END) in patients with mild small artery occlusion acute posterior circulation cerebral infarction (APCCI). **Methods:** The clinical data of 90 patients with mild small artery occlusion posterior circulation acute cerebral infarction were retrospectively analyzed. The patients were divided into the END group ($n = 15$) and the non-END group ($n = 75$) based on whether END occurred within 72 hours after admission. The general characteristics and clinical data of the two groups were compared. Logistic regression model was used to analyze the independent risk factors for END in patients with mild small artery occlusion posterior circulation acute cerebral infarction. **Results:** Among the 90 patients with mild small artery occlusion APCCI, 15 cases (16.67%) experienced END. The results of multivariate Logistic regression analysis showed that decreased platelet count ($OR = 0.982$, 95% $CI = 0.967 \sim 0.996$, $P = 0.012$) and vertebral artery stenosis ($OR = 18.737$, 95% $CI = 1.929 \sim 181.992$, $P = 0.012$) were independent risk factors for END in patients with mild small artery occlusion posterior circulation acute cerebral infarction (all $P < 0.05$). **Conclusion:** The risk of END increases in patients with mild small artery occlusion posterior circulation acute cerebral infarction with decreased platelet count and vertebral artery stenosis. Clinically, when treating such patients, the above factors should be comprehensively evaluated.

Keywords

Acute Posterior Circulation Cerebral Infarction, Early Neurological Deterioration, Risk Factors, Mild Type, Small Artery Occlusion Type

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

急性后循环脑梗死(acute posterior circulation cerebral infarction, APCCI)系由椎-基底动脉及其分支血管狭窄或闭塞所致, 约占所有缺血性卒中的 20%~25% [1] [2]。由于后循环供血区域解剖结构复杂、变异较多, 且临床症状常不典型, APCCI 的早期识别与诊断相对困难, 尤其轻型患者更易被忽视, 进而延误治疗时机, 导致神经功能缺损持续进展, 甚至遗留严重残疾或死亡[3] [4]。在缺血性脑卒中的 TOAST 分型中, 小动脉闭塞型(small-artery occlusion, SAO)是常见亚型之一, 亦被称为腔隙性脑梗死。该类型卒中通常表现为症状轻微、预后相对良好, 但临床观察发现, 部分患者在接受规范治疗期间仍可出现病情进展, 表现为早期神经功能恶化(early neurological deterioration, END) [5]。END 的发生显著升高患者的致残率与病死率, 成为影响卒中预后的重要不良事件[6]。尽管目前关于 END 的研究日益增多, 但其确切发生机制尚未完全阐明, 且相关危险因素在不同卒中类型及人群中存在较大异质性。尤其在轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者中, END 的临床特征及潜在机制尚缺乏系统研究。因此, 本研究回顾性分析轻型小动脉闭

塞型 APCCI 患者的临床资料,旨在探讨其发生 END 的相关危险因素及可能机制,为临床早期干预提供理论依据与实践参考。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

回顾性收集 2023 年 9 月~2024 年 12 月期间,邢台市人民医院收治的入院时 NIHSS 评分 ≤ 5 分的小动脉闭塞型 APCCI 患者 90 例作为研究对象,男 58 例,女 32 例,平均年龄(61.26 ± 10.63)岁,根据患者是否发生 END,将患者分为 END 组 15 例和非 END 组 75 例。纳入标准:(1) 发病 48 h 内入院,诊断及治疗符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2023》[7]标准;(2) 经头颅 MRI 检查证实为 APCCI;(3) 年龄 ≥ 18 岁;(4) 根据 TOAST 分型标准[8]诊断为 SAO,符合以下 3 项标准之一即可诊断为 SAO: I. 临床上存在典型腔隙性梗死症状,临床症状与影像学检查相较,最大责任病灶的直径低于 1.5 cm; II. 临床上存在非典型腔隙性梗死症状,影像学检查没有发现与之相对应的病灶; III. 临床上存在非典型腔隙性梗死症状,临床症状与影像学检查之间相对应的责任病灶的直径低于 1.5 cm。(5) 入院时美国国立卫生研究院脑卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)评分 ≤ 5 分。排除标准:1) 出血性脑卒中和前循环缺血性脑卒中;2) 未接受神经影像学检查(拒绝接受 MRI 或有 MRI 禁忌症);3) 入院前改良 Rankin 量表评分(modified Rankin scale, mRS) > 2 分者。4) 有严重肝肾功能不全者。本研究经邢台市人民医院医学伦理委员会批准。本研究将 END 定义为发病 72 小时内,经脑卒中常规治疗,神经功能缺损症状仍呈进行性或阶梯式加重,NIHSS 评分至少运动功能增加 ≥ 1 分或总分增加 ≥ 2 分及以上,且持续至少 24 小时[5][9][10]。

2.2. 方法

2.2.1. 临床资料

收集患者临床资料,包括:患者性别、年龄、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、冠心病史、房颤史、脑梗死史;入院时低密度脂蛋白(Low density lipoprotein, LDL)、甘油三酯(Triglyceride, TG)、总胆固醇(Total cholesterol, TC)、空腹血糖、同型半胱氨酸(Hyperhomocysteinemia, Hcy)、D-二聚体、尿酸(Uric acid, Ua)、血红蛋白、白细胞(White blood cell, WBC)、血小板(Platelet, PLT)、血小板平均体积(mean platelet volume, MPV)等指标。入院时采用 NIHSS 评分评估神经系统受损严重程度。

2.2.2. 观察指标

根据头颅 MRI 平扫 + DWI 记录梗死部位:丘脑、小脑、颞枕叶、中脑、脑桥、延髓;根据 NEMC-PCR 中的后循环血管优势区分割标准,将后循环分为近段(小脑后动脉供血的小脑区、延髓)、中段(小脑下前动脉供血的小脑区、脑桥)、远段(大脑后动脉供血的丘脑、枕叶、颞叶后部及小脑上动脉供血区)、混合型。通过计算机断层血管造影(CTA)、磁共振血管造影(MRA)、椎动脉超声、经颅多普勒(TCD)或数字减影全脑血管造影(DSA)确定血管病变;可通过 CTA 或 MRA 使用 BATMAN 评分评估血管闭塞近端和远端的基线侧支状态和血栓负荷[11];入院时采用后循环 Alberta 脑卒中早期 CT 诊断评分(posterior circulation Alberta stroke program early CT score, pc-ASPECTS)评估梗死范围 pc-ASPECTS 共 10 分,小脑、枕叶或丘脑两侧任何病变均减去 1 分,中脑或脑桥急性病变均减去 2 分[11]。

2.3. 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行分析,正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,2 组比较采用独立样本 t 检验;非正态分布计量资料以中位数(四分位数) [$M(Q1, Q3)$]表示,2 组比较采用 Mann-Whitney U

检验；分类变量用例(率)[n (%)]表示，2 组比较用 χ^2 检验；采用多因素 Logistic 回归分析轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的影响因素； $P < 0.05$ 为有统计学意义。

3. 结果

3.1. END 组与非 END 组患者一般临床资料比较

轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者共 90 例，END 组 15 例，非 END 组 75 例，END 发生率为 16.67%，两组患者的性别、年龄以及吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、冠心病史、房颤史、脑梗死史以及入院时 LDL、TG、TC、空腹血糖、Hcy、D-二聚体、尿酸、血红蛋白、白细胞、MPV、入院时 NIHSS 评分比较，差异均无统计学意义(均 $P \geq 0.05$)，而两组患者的 PLT 比较，差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)，见表 1。

Table 1. Comparison of general clinical data between END group and non-END group patients

表 1. END 组与非 END 组患者一般临床资料比较

项目	非 END 组($n = 75$)	END 组($n = 15$)	$t/Z/\chi^2$	P 值
年龄[岁, $M(Q1, Q3)$]	64 (54, 69)	57 (52, 62)	-1.96	0.05
性别[n (%)]	男性 47 (62.7)	11 (73.3)	0.621	0.431
	女性 28 (37.3)	4 (26.7)		
吸烟史[n (%)]	23 (30.7)	6 (40.0)	0.163	0.687
饮酒史[n (%)]	17 (22.7)	7 (46.7)	2.557	0.110
高血压[n (%)]	49 (65.3)	9 (60.0)	0.155	0.694
糖尿病[n (%)]	20 (26.7)	4 (26.7)	0.000	1.000
冠心病史[n (%)]	6 (8.0)	1 (6.7)	0.000	1.000
房颤史[n (%)]	1 (1.3)	1 (6.7)	-	0.307
脑梗死史[n (%)]	21 (28.0)	2 (13.3)	0.748	0.387
低密度脂蛋白[mmol/L, $M(Q1, Q3)$]	2.53 (1.83, 3.13)	2.48 (2.1, 3.11)	0.011	0.991
甘油三酯[mmol/L, $M(Q1, Q3)$]	1.56 (1.01, 2.1)	1.76 (1.25, 1.99)	0.471	0.638
总胆固醇[mmol/L, $M(Q1, Q3)$]	4.63 (3.97, 5.42)	4.36 (3.87, 4.95)	-0.834	0.404
空腹血糖[mmol/L, $M(Q1, Q3)$]	5.9 (5.31, 7.47)	6.24 (5.6, 8.37)	0.823	0.411
同型半胱氨酸[$\mu\text{mol/L}$, $M(Q1, Q3)$]	13 (10.6, 16.9)	13.8 (10.9, 17.8)	0.271	0.787
D-二聚体[mg/L, $M(Q1, Q3)$]	0.1 (0.06, 0.15)	0.11 (0.04, 0.17)	-0.391	0.696
尿酸[$\mu\text{mol/L}$, $M(Q1, Q3)$]	284.6 (229.7, 374)	341.6 (243, 432.8)	1.364	0.173
血红蛋白[g/L, $M(Q1, Q3)$]	135 (124, 147)	141 (131, 152)	1.365	0.172
白细胞[$\times 10^9/\text{L}$, $M(Q1, Q3)$]	6.8 (5.5, 8.17)	7.1 (5.6, 8.9)	0.401	0.689
血小板计数[$\times 10^9/\text{L}$, $M(Q1, Q3)$]	222 (185, 253)	188 (159, 227)*	-2.333	0.020
血小板平均体积[fL, $M(Q1, Q3)$]	9.3 (7.8, 10.7)	9.5 (8.2, 9.5)	0.44	0.66
BATMAN 评分[分, $M(Q1, Q3)$]	6 (6, 8)	6 (6, 6)	-1.138	0.255
入院时 NIHSS 评分[分, $M(Q1, Q3)$]	2 (0, 3)	2 (0, 3)	-0.133	0.894
入院时 mRS 评分[分, $M(Q1, Q3)$]	2 (1, 3)	2 (1, 3)	0.461	0.645
入院时 pc-ASPECTS 评分[分, $M(Q1, Q3)$]	10 (8, 10)	10 (8, 10)	-0.808	0.419

注：与非 END 组相比* $P < 0.05$ ，“-”：采用精确 Fisher 确切概率法。

3.2. END 组与非 END 组脑梗死分布和血管情况比较

在 90 例轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者中, 两组基底动脉狭窄、大脑后动脉狭窄、近段、中段、远段、混合型脑梗死及存在胚胎大脑后动脉比例比较, 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$), END 组椎动脉狭窄发生率明显高于非 END 组, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$), 见表 2。

Table 2. Comparison of cerebral infarction distribution and vascular conditions between END group and non-END group
表 2. END 组与非 END 组脑梗死分布和血管情况比较

项目	非 END 组($n = 75$)	END 组($n = 15$)	$t/Z/\chi^2$	P 值
脑梗死部位				
丘脑[n (%)]	12 (16.0)	5 (33.3)	1.450	0.228
小脑[n (%)]	14 (18.7)	1 (6.7)	0.576	0.448
颞枕叶[n (%)]	1 (1.3)	0 (0.0)	-	1.000
中脑[n (%)]	2 (2.7)	1 (6.7)	-	0.425
脑桥[n (%)]	38 (50.7)	7 (46.7)	0.080	0.777
延髓[n (%)]	3 (4.0)	1 (6.7)	-	0.524
梗死分布				
近段[n (%)]	6 (8.0)	1 (6.7)	0.000	1.000
中段[n (%)]	42 (56.0)	7 (46.7)	0.439	0.508
远段[n (%)]	18 (24.0)	6 (40.0)	0.920	0.337
混合型[n (%)]	9 (12.0)	1 (6.7)	0.023	0.881
血管分布情况				
锁骨下动脉狭窄[n (%)]	1 (1.3)	0 (0.0)	-	1.000
大脑后动脉狭窄[n (%)]	5 (6.7)	0 (0.0)	-	0.585
基底动脉狭窄[n (%)]	2 (2.7)	1 (6.7)	-	0.425
椎动脉狭窄[n (%)]	2 (2.7)	3 (20.0)*	-	0.031
胚胎型大脑后动脉[n (%)]	11 (14.7)	1 (6.7)	0.173	0.677

注: 与非 END 组相比* $P < 0.05$, “-”: 采用精确 Fisher 确切概率法。

3.3. 多因素 Logistic 回归分析 END 的影响因素

以是否发生 END 为因变量(发生 END 为“1”, 未发生 END 为“0”), 将上述单因素分析中具有统计学意义的血小板计数(为连续变量)、椎动脉狭窄(存在椎动脉狭窄为“1”, 未存在椎动脉狭窄为“0”)作为自变量, 纳入多因素 Logistic 回归模型中进行分析。结果显示: 血小板计数、椎动脉狭窄为轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的独立危险因素(均 $P < 0.05$), 见表 3。

Table 3. Multivariate logistic regression analysis
表 3. 多因素 Logistic 回归分析

项目	β	SE	$Wald \chi^2$ 值	P 值	OR 值	95% CI
血小板	-0.019	0.007	6.297	0.012	0.982	0.967~0.996
椎动脉	2.930	1.160	6.382	0.012	18.737	1.929~181.992

4. 讨论

后循环解剖结构复杂且变异较大, APCCI 常累及脑干、小脑、丘脑及颞枕叶等关键区域, 具有较高的致死率和致残率。该类患者若发生 END, 其短期死亡风险及远期不良预后将进一步显著增加。尤其是轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者, 由于临床症状轻微且不典型, 极易被忽视, 导致错失最佳干预时机。因此, 深入探讨并明确此类患者发生 END 的危险因素, 对于高危人群的早期识别、个体化干预及预后改善具有重要的临床意义。

本研究结果显示, 两组患者血小板计数、椎动脉狭窄差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 经过多因素二元 Logistic 回归分析显示, 血小板计数、椎动脉狭窄是轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的独立影响因素。目前, 关于急性脑梗死 END 的发生率, 文献报道[10][12]差异较大, 波动范围在 5%至 40%之间, 主要与 END 定义标准尚不统一有关。本研究采用较为严格的 END 判定标准, 结果显示轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者 END 发生率为 16.67%, 与既往研究基本一致, 提示该人群虽病情较轻, 但仍存在不容忽视的病情进展风险。

在年龄因素方面, 现有研究结论尚不一致[13]。有研究认为[14]-[16], 高龄是 END 的重要危险因素。可能与老年人血液黏稠度升高、血管弹性下降、脑灌注储备能力减弱及脑组织对缺血耐受性下降等因素有关[17]。然而, 本研究中 END 组与非 END 组在年龄方面差异无统计学意义($P = 0.05$), 提示尽管高龄可能与后循环小动脉闭塞型脑梗死的发生相关, 但尚不足以作为 END 发生的独立预测指标。该结果亦提示, 轻型 APCCI 患者即使年龄较轻, 亦需警惕病情进展的可能。

本研究发现, END 组患者血小板计数(PLT)显著低于非 END 组, 且多因素 Logistic 回归分析进一步证实, PLT 降低为轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的独立危险因素。该结果与 Kazo Kanazawa 等[18]学者的研究相符, 该研究指出, 血小板计数可能影响脑梗死的预后及早期神经功能恶化。血小板在动脉粥样硬化、血栓形成及炎症级联反应中发挥关键作用, 由于其被激活后消耗致其数量减少可能提示体内存在活跃的微血栓形成过程, 进而导致穿支动脉或其他脑血管的进一步闭塞, 促使梗死范围扩大或新发梗死灶形成[19]-[21]。尽管目前尚缺乏直接证据阐明 PLT 与轻型小动脉闭塞型 APCCI 之间的因果关系, 但本研究结果提示, PLT 水平可作为潜在的预测指标($P < 0.05$), 值得在今后的研究中进一步验证。此外, 平均血小板体积(MPV)也可以反应血小板的活化程度, 杨慧丽等人[22]的研究表明, MPV 是穿支动脉疾病型脑梗死发生 END 的独立危险因素。然而, 本研究中 END 组与非 END 组 MPV 差异无统计学意义($P > 0.05$), 可能与样本量及研究人群构成不同有关, 仍需通过大样本、多中心研究加以明确。

椎动脉作为后循环的重要供血来源之一, 其狭窄可显著影响脑组织灌注, 导致局部缺血缺氧, 进而加重神经功能缺损。蔡俊秀等人[23]研究结果显示, 急性后循环供血区梗死 END 组椎动脉、基底动脉、大脑后动脉狭窄患者的比例明显多于非 END 组, 但并不是导致患者发生 END 的危险因素。本研究仅椎动脉狭窄是导致轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的危险因素, 与蔡俊秀等人[23]的研究结果有差异, 可能与选择患者人群不同和本研究样本量小有关。本研究进一步强调, 在临床实践中应重视对椎动脉狭窄的评估, 尤其在高危患者中应尽早识别并干预, 以降低 END 发生风险。

我们推测, 血小板减少与椎动脉狭窄之间可能并非简单的并列危险因素, 而存在“血流动力学-血小板反应性-微血栓负荷”层面的协同作用: 椎动脉狭窄通过改变局部血流动力学, 诱导病理性高剪切/湍流状态, 从而激活血小板并加速其消耗, 产生微血栓, 同时伴随低灌注使脑组织更易受损, 最终促进 END 的发生。首先, 动脉狭窄能显著改变血流剪切环境, 病理性高剪切率被证明可直接诱导血小板活化和聚集。体外微流控实验显示[24], 当血液在模拟的狭窄通道中经历极高剪切率时, 血小板表面活化标志物显著上调, 并促进聚集, 说明狭窄导致的剪切变化能够独立驱动血小板激活过程。进一步的机制学研

究则揭示[25],高剪切应力不仅促进活化,还可能导致血小板表面糖基化改变、凋亡信号提升及微囊泡生成,进而反映为外周血小板计数下降及消耗性减少现象。Chen Y 等人[26]的研究证明,在不同位置和严重程度的椎动脉狭窄中,壁剪切应力、涡流强度及流体不稳定性指标显著增加,这些异常动力学环境已被认为与血栓形成倾向相关。虽然目前针对椎动脉狭窄导致的微血栓释放的临床量化研究尚不多,但类似机制在其他大动脉狭窄(如主动脉瓣狭窄或颈动脉狭窄)中的血小板激活与栓塞形成模型已被报道。此外,椎动脉狭窄导致的后循环低灌注本身也是影响脑组织代谢和神经功能稳定性的重要因素。在显著椎动脉/基底动脉狭窄的患者中,灌注降低是后循环缺血性事件(包括再次中风或 TIA)风险的重要预测因子,提示低灌注状态可能与局部血栓过程协同影响卒中进展[27]。

本研究尚存在以下局限性:1) 本研究为回顾性单中心研究,样本量相对有限,可能存在选择偏倚;2) 部分临床及影像学资料依赖既往记录,存在信息不完整的可能。未来须开展前瞻性、多中心、大样本队列研究,连续监测血小板计数及其功能指标(如平均血小板体积、血小板分布宽度),并且采用标准化的血管影像评估方案,以获得更有力的证据,在此基础上,进一步验证本研究结论,挖掘更多潜在生物学标志物与影像特征,构建精准可推广的 END 风险预测模型。

综上所述,血小板计数降低与椎动脉狭窄是轻型小动脉闭塞型 APCCI 患者发生 END 的重要危险因素。临床应加强对相关指标的监测与评估,早期识别高危患者并及时干预,以期降低 END 发生率,改善患者预后。

参考文献

- [1] Zhao, Y., Han, Y., Sun, W. and Zhang, Y. (2022) Clinical Symptoms, Etiology and Prognosis of Acute Bilateral Posterior Circulation Cerebral Infarction. *International Journal of General Medicine*, **15**, 2787-2793. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s351560>
- [2] Zürcher, E., Richoz, B., Faouzi, M. and Michel, P. (2019) Differences in Ischemic Anterior and Posterior Circulation Strokes: A Clinico-Radiological and Outcome Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **28**, 710-718. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.11.016>
- [3] 钱倩, 张静, 边伟林, 等. 后循环脑梗死轻症患者早期神经功能恶化的危险因素分析[J]. 心脑血管病防治, 2024, 24(4): 32-35.
- [4] 王欣. 轻型前、后循环脑梗死临床特点和预后的对比研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2019.
- [5] Sharma, A., Pandit, A.K., Mishra, B., Srivastava, M.V.P., Srivastava, A.K., Vishnu, V.Y., *et al.* (2023) Early Neurological Deterioration in Acute Ischemic Stroke. *Irish Journal of Medical Science (1971 -)*, **193**, 949-955. <https://doi.org/10.1007/s11845-023-03485-5>
- [6] Iglesias-Rey, R., Rodríguez-Yáñez, M., Rodríguez-Castro, E., Pumar, J.M., Arias, S., Santamaría, M., *et al.* (2017) Worse Outcome in Stroke Patients Treated with Rt-Pa without Early Reperfusion: Associated Factors. *Translational Stroke Research*, **9**, 347-355. <https://doi.org/10.1007/s12975-017-0584-9>
- [7] 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.
- [8] 季一飞, 余静梅. 不同 TOAST 分型急性缺血性脑卒中诊疗指南及专家共识解读[J]. 西部医学, 2022, 34(11): 1565-1570.
- [9] Kim, J., Bae, J., Park, K., Lee, W.J., Byun, J.S., Ahn, S., *et al.* (2019) Incidence and Mechanism of Early Neurological Deterioration after Endovascular Thrombectomy. *Journal of Neurology*, **266**, 609-615. <https://doi.org/10.1007/s00415-018-09173-0>
- [10] Liu, H., Liu, K., Zhang, K., Zong, C., Yang, H., Li, Y., *et al.* (2023) Early Neurological Deterioration in Patients with Acute Ischemic Stroke: A Prospective Multicenter Cohort Study. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, **16**. <https://doi.org/10.1177/17562864221147743>
- [11] Alemseged, F., Shah, D.G., Diomedi, M., Sallustio, F., Bivard, A., Sharma, G., *et al.* (2017) The Basilar Artery on Computed Tomography Angiography Prognostic Score for Basilar Artery Occlusion. *Stroke*, **48**, 631-637. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.116.015492>
- [12] Mitsias, P.D. (2020) Early Neurological Deterioration after Intravenous Thrombolysis: Still No End in Sight in the Quest

- for Understanding END. *Stroke*, **51**, 2615-2617. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.030982>
- [13] Kanazawa, K., Miyamoto, N., Hira, K., Kijima, C. and Hattori, N. (2024) Relative Score of Early Neurological Deterioration in Perforator Artery Infarction: A Retrospective Study. *BMC Neurology*, **24**, Article No. 298. <https://doi.org/10.1186/s12883-024-03807-9>
- [14] Park, H.T., Lee, K.J., Park, S.M., *et al.* (2020) Neurological Deterioration in Patients with Acute Ischemic Stroke or Transient Ischemic Attack. *Neurology*, **95**, e2310-e2321.
- [15] Shi, H., Li, C., Zhang, Y., Li, X., Liu, A., Liu, Y., *et al.* (2023) Predictors of Early Neurological Deterioration Occurring within 24H in Acute Ischemic Stroke Following Reperfusion Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Integrative Neuroscience*, **22**, Article No. 52. <https://doi.org/10.31083/j.jin2202052>
- [16] Girot, J., Richard, S., Gariel, F., Sibon, I., Labreuche, J., Kyheng, M., *et al.* (2020) Predictors of Unexplained Early Neurological Deterioration after Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke. *Stroke*, **51**, 2943-2950. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.029494>
- [17] Gong, P., Zhang, X., Gong, Y., Liu, Y., Wang, S., Li, Z., *et al.* (2020) A Novel Nomogram to Predict Early Neurological Deterioration in Patients with Acute Ischaemic Stroke. *European Journal of Neurology*, **27**, 1996-2005. <https://doi.org/10.1111/ene.14333>
- [18] Kanazawa, K., Miyamoto, N., Hira, K., Kijima, C., Ueno, Y. and Hattori, N. (2022) Baseline Platelet Count May Predict Short-Term Functional Outcome of Cerebral Infarction. *BMC Neurology*, **22**, Article No. 314. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02845-5>
- [19] Zhao, Y., Zhu, H., Dai, C., Liu, W., Yu, W., Yan, B., *et al.* (2025) Predictive Model for Early Neurological Deterioration in Acute Ischemic Stroke Utilizing Novel Thrombotic Biomarkers. *Brain and Behavior*, **15**, e70577. <https://doi.org/10.1002/brb3.70577>
- [20] 席智, 杨晓鹏. 中性粒细胞-淋巴细胞比值与平均血小板体积对急性缺血性脑卒中患者早期神经功能恶化的预测价值[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(7): 42-46.
- [21] 云静, 邓春颖, 左俊琴, 等. 穿支动脉粥样硬化性脑梗死的相关研究进展[J]. 海南医学, 2024, 35(7): 1050-1054.
- [22] 杨丽慧, 郝永岗, 宋玲华, 等. 平均血小板体积和脑白质高信号对穿支动脉疾病型脑梗死早期神经功能恶化的预测价值[J]. 中国脑血管病杂志, 2024, 21(1): 22-29.
- [23] 蔡俊秀, 樊露, 张伟晴, 等. 急性后循环脑梗死患者早期神经功能恶化的影响因素分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(8): 852-855.
- [24] Gao, X., Zhang, T., Huang, X., Huan, X. and Li, Y. (2024) Impact of Rise and Fall Phases of Shear on Platelet Activation and Aggregation Using Microfluidics. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*, **57**, 576-586. <https://doi.org/10.1007/s11239-024-02968-1>
- [25] Roka-Moiia, Y., Italiano, J.E. and Slepian, M.J. (2024) Shear Stress Promotes Platelet Deglycosylation via Upregulation of Sialidase NEU1 on Platelets and Platelet-Derived Microparticles: One More Thing. *Blood*, **144**, 5405-5405. <https://doi.org/10.1182/blood-2024-204107>
- [26] Chen, Y., Huang, K., Luo, K. and Fan, J. (2025) Impact of Stenosis Location and Severity on Vertebral Artery Hemodynamics. *Physics of Fluids*, **37**, Article ID: 081915. <https://doi.org/10.1063/5.0281419>
- [27] Amin-Hanjani, S., Pandey, D.K., Rose-Finnell, L., Du, X., Richardson, D., Thulborn, K.R., *et al.* (2016) Effect of Hemodynamics on Stroke Risk in Symptomatic Atherosclerotic Vertebrobasilar Occlusive Disease. *JAMA Neurology*, **73**, 178-185. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.3772>