

• 论 著 •

# Hcy、Lp-PLA2、CysC 对近期皮质下小梗死患者 早期神经功能恶化的预测价值

杨紫葵, 周蕊<sup>△</sup>, 陈璐

徐州市肿瘤医院神经内科, 江苏徐州 221000

**摘要:**目的 探讨血清同型半胱氨酸(Hcy)、脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)、胱抑素 C(CysC)对近期皮质下小梗死(RSSI)患者早期神经功能恶化(END)的预测价值。方法 选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月该院神经内科收治的 233 例 RSSI 患者,均接受静脉溶栓治疗,根据治疗后 72 h 内的美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分,将患者分为非 END 组( $n=167$ )及 END 组( $n=66$ )。采用多因素 Logistic 回归分析 RSSI 患者发生 END 的危险因素,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 Hcy、Lp-PLA2、CysC 预测 END 的价值。结果 233 例 RSSI 患者中 66 例(28.33%)发生 END。多因素 Logistic 回归分析显示,穿支动脉病变( $OR=4.432, \beta=1.489$ ),病灶累及内囊后肢( $OR=7.292, \beta=1.987$ ),NIHSS 评分( $OR=7.039, \beta=1.951$ ),Hcy( $OR=1.320, \beta=0.278$ ),Lp-PLA2( $OR=1.031, \beta=0.031$ ),CysC( $OR=30.923, \beta=3.431$ )是 RSSI 患者发生 END 的独立危险因素( $P<0.05$ )。Hcy、Lp-PLA2、CysC 三者联合预测 RSSI 患者发生 END 的曲线下面积为 0.965,灵敏度为 95.50%,特异度为 88.00%。结论 RSSI 患者发生 END 可能与血清 Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平升高有关,检测血清 Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平有助于早期预测 END 的发生。

**关键词:**近期皮质下小梗死; 早期神经功能恶化; 同型半胱氨酸; 脂蛋白相关磷脂酶 A2; 胱抑素 C

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.02.017

中图法分类号:R446.1

文章编号:1673-4130(2026)02-0219-05

文献标志码:A

## Predictive value of Hcy, Lp-PLA2 combined with CysC on early neurological deterioration in patients with recent small subcortical infarction

YANG Zikui, ZHOU Rui<sup>△</sup>, CHEN Lu

Department of Neurology, Xuzhou Cancer Hospital, Xuzhou, Jiangsu 221000, China

**Abstract: Objective** To evaluate the predictive value of serum homocysteine (Hcy), lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2), and cystatin C (CysC) on early neurological deterioration (END) in patients with recent small subcortical infarction (RSSI). **Methods** A total of 233 RSSI patients admitted to Department of Neurology in the hospital from January 2023 to June 2024 were selected, all of whom received intravenous thrombolysis treatment. According to the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score within 72 hours after treatment, the patients were divided into a non END group ( $n=167$ ) and an END group ( $n=66$ ). Multivariate Logistic regression analysis was used to identify the risk factors for END in RSSI patients, and the value of Hcy, Lp-PLA2, and CysC in predicting END was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** END occurred in 66 (28.33%) of 233 patients with RSSI. Multivariate Logistic regression analysis showed that perforating artery disease ( $OR=4.432, \beta=1.489$ ), lesion involving posterior limb of internal capsule ( $OR=7.292, \beta=1.987$ ), NIHSS score ( $OR=7.039, \beta=1.951$ ), Hcy ( $OR=1.320, \beta=0.278$ ), Lp-PLA2 ( $OR=1.031, \beta=0.031$ ) and CysC ( $OR=30.923, \beta=3.431$ ) were independent risk factors for END in RSSI patients ( $P<0.05$ ). The area under the curve of the combined detection of Hcy, Lp-PLA2 and CysC for the prediction of END in RSSI patients was 0.965, the sensitivity was 95.50%, and the specificity was 88.00%. **Conclusion** The occurrence of END in RSSI patients may be related to elevated levels of serum Hcy, Lp-PLA2, and CysC. Detecting serum Hcy, Lp-PLA2, and CysC levels can help predict the occurrence of END early.

**Key words:** recent small subcortical infarction; early neurological deterioration; homocysteine; lipoprotein-associated phospholipase A2; cystatin C

近期皮质下小梗死(RSSI)指位于单一穿支动脉供血区域 3 周内新发的缺血性卒中,病灶直径 $\leq 20$  mm,主要累及基底核、脑干等区域,占全部缺血性卒中的 20%~30%<sup>[1-2]</sup>。RSSI 常由于其病灶范围小和症状轻微易被忽视,从而导致患者错过最佳治疗时机<sup>[3]</sup>。静脉溶栓是急性期 RSSI 常用的治疗方法,然而,部分 RSSI 患者在接受溶栓治疗后效果不佳,并面临较高的早期神经功能恶化(END)风险<sup>[4]</sup>。因此,及时识别 END 高风险的 RSSI 患者对于优化临床干预至关重要。同型半胱氨酸(Hcy)是一种参与体内甲基化代谢的氨基酸,其水平异常已被证实与急性脑梗死患者溶栓后神经功能损伤有关<sup>[5-6]</sup>。脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)是一种与炎症和动脉粥样硬化相关的酶,可能通过促进血管内皮损伤和神经元死亡在脑梗死中发挥作用<sup>[7]</sup>。胱抑素 C(CysC)作为常用的肾功能和炎症状态评估标志物,也被认为参与动脉粥样硬化的发生,是脑梗死患者神经功能恶化的独立危险因素<sup>[8]</sup>。三者均通过影响血管内皮完整性、炎症反应或血栓形成等核心病理环节,共同参与 END 的发展。Hcy 聚焦代谢紊乱相关血管损伤,Lp-PLA2 侧重炎症驱动的粥样硬化进程,CysC 则关联全身炎症与血管病变的协同效应,形成互补的病理机制网络。目前,关于三者与 END 的关联研究多局限于单一指标分析,尚未明确其联合预测价值。基于此,本研究旨在分析 RSSI 患者发生 END 的独立危险因素,并探讨 Hcy、Lp-PLA2、CysC 对 RSSI 患者发生 END 的预测价值,为临床早期干预和治疗提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月本院神经内科收治的 233 例 RSSI 患者为研究对象。纳入标准:(1)接受静脉溶栓治疗;(2)符合《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》中相关 RSSI 标准,MRI-DWI 检查显示皮质下区域单发或多发高信号灶,最大直径 $\leq 15$  mm<sup>[9]</sup>;(3)TOAST 分型为小动脉闭塞型<sup>[10]</sup>;(4)发病 4.5 h 内送至医院接受治疗,符合静脉溶栓时间窗<sup>[11]</sup>;(5)年龄 $\geq 40$  岁;(6)意识清醒,积极配合检查与治疗;(7)临床及预后资料完整。排除标准:(1)存在沟通障碍或精神疾病;(2)合并颅内感染、脑血管畸形、脑出血、脑肿瘤等其他神经系统疾病;(3)合并血液疾病、感染疾病、免疫性疾病及恶性肿瘤;(4)合并严重肝肾功能障碍。本研究已获得本院伦理委员会正式批准(批准号:202408045-1),参与者均对本研究知情并签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 治疗方法** 两组患者入院后,均使用阿替普酶(德国勃林格殷格翰药业有限公司,批号:200817,规格:50 毫克/支)进行静脉溶栓治疗,剂量为 0.9

mg/kg(总剂量 $\leq 90$  mg)。先静脉推注总剂量的 10%,剩余 90%通过静脉泵入并在 60 min 内泵完,单次给药<sup>[12]</sup>。

**1.2.2 资料收集和分组方法** (1)静脉溶栓治疗后 72 h 内,收集患者入院确诊时的临床资料,包括年龄、性别、体重指数(BMI)、基础病史、病灶部位及数量、是否有急性期血压下降( $>40$  mmHg)、是否存在穿支动脉病变、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分<sup>[13]</sup>。(2)专业神经内科医生每天上午和下午根据 NIHSS 评分评定患者的神经功能缺损。如静脉溶栓治疗后 72 h 内任意时刻 NIHSS 评分较入院时增加 $\geq 2$  分,则判定为发生 END,以此为根据将患者分为非 END 组( $n=167$ )及 END 组( $n=66$ )。

**1.2.3 实验室检测** 患者于入院后 24 h 内采集空腹外周静脉血 5 mL,检测白细胞计数(WBC)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、空腹血糖(FPG)、纤维蛋白原(FIB)指标水平。将血液标本以 3 000 r/min 离心 10 min,取血清后低温保存。采用循环酶法测定血清 Hcy 水平(美康生物科技股份有限公司,批号 16021801);酶联免疫吸附试验测定血清 Lp-PLA2 水平(天津康尔克生物科技有限公司,批号 150902);免疫比浊法测定血清 CysC 水平(美康生物科技股份有限公司,批号 16033107)。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS27.0 软件进行数据处理,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行  $t$  检验。采用多因素 Logistic 回归分析影响 RSSI 患者发生 END 的因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平对 RSSI 患者发生 END 的预测价值。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者一般资料比较** 233 例 RSSI 患者经静脉溶栓治疗后,END 患者 66 例(28.33%),非 END 患者 167 例(71.67%)。两组年龄、性别、BMI、合并高血压、合并糖尿病和合并冠心病占比比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),END 组急性期血压下降占比、穿支动脉病变占比、病灶累及内囊后肢占比及 NIHSS 评分高于非 END 组( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 $[\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

项目	非 END 组 ( $n=167$ )	END 组 ( $n=66$ )	$t/\chi^2$	$P$
年龄(岁)	64.57 $\pm$ 9.73	64.97 $\pm$ 10.35	0.278	0.782
性别			0.107	0.743
男	77(46.11)	32(48.48)		
女	90(53.89)	34(51.52)		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.88 $\pm$ 2.49	22.35 $\pm$ 2.67	1.272	0.205

续表 1 两组患者一般资料比较[ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

项目	非 END 组 ( $n=167$ )	END 组 ( $n=66$ )	$t/\chi^2$	$P$
合并高血压	80(47.90)	38(57.58)	1.770	0.183
合并糖尿病	47(28.14)	22(33.33)	0.611	0.434
合并冠心病	34(20.36)	15(22.73)	0.160	0.689
急性期血压下降	62(37.13)	37(56.06)	6.941	0.008
穿支动脉病变	53(31.74)	34(51.52)	7.909	0.005
病灶累及内囊后肢	68(40.72)	56(84.85)	37.003	<0.001
NIHSS 评分(分)	3.13±0.74	3.89±0.63	7.354	<0.001

2.2 两组患者实验室指标比较 两组 WBC、TC、LDL-C、FPG、FIB 比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), END 组血清 Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平均高于非 END 组 ( $P < 0.001$ )。见表 2。

2.3 多因素 Logistic 回归分析 以是否发生 END 为因变量(非 END=0, END=1), 以是否有急性期血压下降(否=0, 是=1)、是否存在穿支动脉病变(否=0, 是=1)、病灶是否累及内囊后肢(否=0, 是=1)、NIHSS 评分(原值带入)、血清 Hcy(原值带入)、Lp-PLA2(原值带入)、CysC(原值带入)水平为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。

结果显示, 穿支动脉病变 ( $OR = 4.432, \beta = 1.489$ ), 病灶累及内囊后肢 ( $OR = 7.292, \beta = 1.987$ ),

NIHSS 评分 ( $OR = 7.039, \beta = 1.951$ ), Hcy ( $OR = 1.320, \beta = 0.278$ ), Lp-PLA2 ( $OR = 1.031, \beta = 0.031$ ), CysC ( $OR = 30.923, \beta = 3.431$ ) 水平是 RSSI 患者发生 END 的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 2 两组患者实验室指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

指标	非 END 组 ( $n=167$ )	END 组 ( $n=66$ )	$t/\chi^2$	$P$
WBC( $\times 10^9/L$ )	9.26±1.81	9.74±2.03	1.761	0.080
TC(mmol/L)	4.92±0.72	5.06±0.95	1.217	0.225
LDL-C(mmol/L)	2.39±0.57	2.53±0.65	1.622	0.106
FBG(mmol/L)	7.00±1.54	7.35±1.67	1.526	0.128
FIB(g/L)	3.96±0.87	4.14±0.74	1.482	0.140
Hcy( $\mu\text{mol/L}$ )	16.39±2.78	18.96±2.22	6.710	<0.001
Lp-PLA2( $\mu\text{g/L}$ )	137.45±24.87	168.94±25.19	8.677	<0.001
CysC(mg/L)	2.05±0.48	2.62±0.57	7.733	<0.001

2.4 Hcy、Lp-PLA2、CysC 对 RSSI 患者发生 END 的预测价值 采用 ROC 曲线评估 Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平对 RSSI 患者发生 END 的预测价值, 结果显示, Hcy、Lp-PLA2、CysC 预测 RSSI 患者预后不良的曲线下面积(AUC)分别为 0.767、0.826、0.834, 截断值分别为 17.475  $\mu\text{mol/L}$ 、154.105  $\mu\text{g/L}$ 、2.295  $\text{mg/L}$ 。三者联合预测的 AUC 为 0.965, 灵敏度为 95.50%, 特异度为 88.00%, 见表 4。

表 3 多因素 Logistic 回归分析

因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	$P$	OR	95%CI	
						下限	上限
急性期血压下降	0.608	0.572	1.131	0.288	1.836	0.599	5.630
穿支动脉病变	1.489	0.673	4.895	0.027	4.432	1.185	16.571
病灶累及内囊后肢	1.987	0.629	9.970	0.002	7.292	2.125	25.028
NIHSS 评分	1.951	0.508	14.737	<0.001	7.039	2.599	19.065
Hcy	0.278	0.118	5.583	0.018	1.320	1.049	1.663
Lp-PLA2	0.031	0.011	8.653	0.003	1.031	1.010	1.053
CysC	3.431	0.801	18.368	<0.001	30.923	6.438	148.523
常量	-27.616	4.033	46.895	<0.001	<0.001	-	-

注: - 表示无数据。

表 4 Hcy、Lp-PLA2、CysC 对 RSSI 患者发生 END 的预测价值

项目	截断值	AUC	SE	$P$	灵敏度(%)	特异度(%)	95%CI		约登指数
							下限	上限	
Hcy	17.475 $\mu\text{mol/L}$	0.767	0.032	<0.001	77.30	67.70	0.704	0.830	0.450
Lp-PLA2	154.105 $\mu\text{g/L}$	0.826	0.032	<0.001	78.80	73.70	0.764	0.888	0.525
CysC	2.295 $\text{mg/L}$	0.834	0.028	<0.001	83.30	70.10	0.780	0.888	0.534
联合预测	-	0.965	0.011	<0.001	95.50	88.00	0.943	0.987	0.835

注: - 表示无数据。

### 3 讨 论

RSSI 患者并发 END 不仅会加重病情,还可能增加致残率和死亡风险<sup>[14]</sup>。因此,预测 RSSI 患者发生 END 的风险,对于减轻患者的神经损伤和改善预后具有重要意义,为临床早期识别高危个体提供更科学的依据。

本研究结果表明,穿支动脉病变、病灶累及内囊后肢、NIHSS 评分、Hcy、Lp-PLA2、CysC 水平是 RSSI 患者发生 END 的独立危险因素( $P < 0.05$ )。分析原因:穿支动脉病变是 RSSI 的主要病因,RSSI 多源于大脑中、后动脉等主干血管发出的穿支动脉闭塞,这些动脉负责内囊、基底节等区域的血液供应,且缺乏侧支循环代偿。穿支动脉病变会导致供血区域血流锐减<sup>[15]</sup>。同时,穿支动脉病变常导致管腔狭窄,在血压波动时易引发血流中断,从而使原有梗死灶扩大,引发神经功能恶化<sup>[16]</sup>。内囊后肢是大脑神经传导通路汇聚区,其集中了皮质脊髓束、丘脑皮质束等关键纤维束,当病灶累及内囊后肢时,即使梗死体积较小,也可能损伤大量神经纤维<sup>[17]</sup>。此外,内囊后肢的血液供应主要依赖豆纹动脉等穿支,由于该区域神经细胞对缺氧、缺血极为敏感,且因神经纤维密集,所以一旦发生缺血即可引发神经功能缺损,从而导致神经功能恶化<sup>[18]</sup>。NIHSS 评分是评估脑梗死患者神经功能缺损程度的标准化工具,高 NIHSS 评分往往意味着梗死灶靠近或累及重要功能区,此类患者的脑组织已处于缺血应激状态,神经细胞代谢紊乱明显。此外,高 NIHSS 评分常伴随吞咽困难、呼吸功能不全等并发症,进而增加肺部感染、电解质紊乱的风险,间接诱发或加重了神经功能恶化<sup>[19]</sup>。

Hcy 是一种含硫氨基酸,其水平升高能够损伤血管内皮细胞,导致内皮功能障碍,并使局部血管的调节能力下降。而当 Hcy 诱导的氧化应激反应逐步加剧时,其能够产生大量的活性氧自由基,进一步破坏血脑屏障的完整性,且随着病程进展,血管壁变得更加脆弱,从而形成微小血栓,阻塞脑部的微循环,减少神经元的氧气供应和血液供应,进而导致神经功能受损。此外,Hcy 的积累还激活了炎症反应,进一步加重了神经元的损伤和神经功能的恶化<sup>[20]</sup>。SORWER 等<sup>[21]</sup>的研究表明,Hcy 水平升高会显著增加脑血管病变的风险,特别是对微血管的损害,使患者更容易出现神经功能恶化,这与本研究结果一致。Lp-PLA2 作为磷脂酶 A2 超家族中的一员,能够通过催化低密度脂蛋白中的磷脂水解,生成具有促炎作用的溶血磷脂和氧化脂质,加速动脉粥样硬化斑块的形成,同时增加斑块的易损性。而对 RSSI 患者来说,斑块的形会引发局部血管狭窄,减弱脑部血液供应,从而增加早期神经功能恶化的风险。同时,Lp-PLA2 水平升高

产生的促炎作用会增加血脑屏障的通透性,使血液中的有害物质渗入脑组织,从而诱发脑水肿,并对梗死区周围的正常脑组织产生压迫,进一步损害神经元功能,加速神经功能的恶化<sup>[22]</sup>,YU 等<sup>[23]</sup>的研究发现亦验证了该结果。CysC 作为一种内源性胱氨酸蛋白酶抑制剂,能够通过抑制胱天蛋白酶的活性,干扰细胞外基质的降解和堆积,导致血管壁弹性降低和血管通透性减弱,从而引发局部微循环障碍<sup>[24]</sup>。此外,CysC 的异常表达还能够抑制基质金属蛋白酶的活性,造成基质降解受阻,减弱脑内微血管的重塑能力,从而加重微血管的狭窄与闭塞,且神经元营养供给不足进一步导致 END 的发生。

Hcy、Lp-PLA2 和 CysC 共同参与了 RSSI 患者 END 的发生发展。Hcy 水平升高导致的血管内皮损伤可为 Lp-PLA2 所参与的炎症反应提供更易发生的环境。血管内皮受损后,血管壁完整性遭到破坏,使 Lp-PLA2 更容易进入血管壁内,加剧动脉粥样硬化和炎症反应。同时,炎症反应又会进一步促进 Hcy 对血管的损伤,形成恶性循环<sup>[25]</sup>。CysC 水平升高所引发的血管钙化和动脉粥样硬化会导致血管管腔狭窄、血流不畅,这与 Hcy 导致的血管舒张功能障碍及 Lp-PLA2 引发的斑块不稳定相互影响,共同加重脑灌注不足的情况,增加梗死灶扩大的风险<sup>[26]</sup>。总体而言,Hcy 体现了代谢紊乱对血管的损伤及血栓形成的风险,Lp-PLA2 反映了炎症驱动下斑块的不稳定性,CysC 则关联着肾功能及脑血流调节的异常。联合检测可以系统地评估患者的整体状况,提高对 END 预测的准确性和可靠性。

综上所述,Hcy、Lp-PLA2、CysC 是与 RSSI 患者发生 END 相关的重要生物标志物。三者联合检测可作为 RSSI 患者发生 END 的灵敏性预测指标。然而,本研究的样本量有限,且仅来自单一中心,结果可能存在偏倚。未来研究中还需要纳入更大样本量,进一步验证 Hcy、Lp-PLA2、CysC 对 RSSI 患者预后的预测价值,以确保其临床应用的可靠性和广泛性。

### 参考文献

- [1] 孙凌辰,张敏,梅雨晴,等. 近期皮质下小梗死患者深髓静脉可见性与血管周围间隙扩大及认知功能的相关性研究[J]. 中国脑血管病杂志, 2024, 21(4): 217-226.
- [2] TAN C, ZHAO L, DAI C, et al. Risk factors related to early neurological deterioration in lacunar stroke and its influence on functional outcome[J]. Int J Stroke, 2023, 18(6): 681-688.
- [3] MARKUS H S, DE LEEUW F E. Cerebral small vessel disease: recent advances and future directions[J]. Int J Stroke, 2023, 18(1): 4-14.
- [4] LEE H, HEO J, LEE I H, et al. Association between

- blood viscosity and early neurological deterioration in lacunar infarction[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 979073.
- [5] 畅慧君, 张敏, 张其相. 血清 Hcy 水平与接受静脉溶栓治疗急性脑梗死患者短期预后的相关性[J]. *检验医学*, 2023, 38(11): 1057-1061.
- [6] 姜波涛, 陈婵娟, 谭红, 等. 急性脑梗死患者阿替普酶静脉溶栓后神经功能和预后与生生化常见指标的相关性分析[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2024, 26(1): 63-66.
- [7] PAN S C, WANG H, ZHANG T T, et al. Expression significance of YKL-40, Lp-PLA2, and miR-151a-3p in ACI patients and their relationship with prognosis based on the NIHSS score[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(5): 2031-2032.
- [8] 孙娟, 韦玉, 刘赞煜, 等. 血清 Hcy、hs-CRP、CysC 水平对急性脑梗死静脉溶栓后神经功能转归的预测价值[J]. *中华保健医学杂志*, 2024, 26(2): 242-244.
- [9] 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. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.
- [10] 吴峥嵘, 宗策, 张珂, 等. 近期皮质下小梗死患者合并脑出血病灶临床特征及相关因素分析[J]. *中华医学杂志*, 2025, 105(7): 529-536.
- [11] 陈英道, 李育英, 张岐平. 替罗非班在急性脑梗死静脉溶栓后患者中的应用进展[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2025, 28(1): 124-128.
- [12] DUAN Z W, LI Z N, ZHAI Y J, et al. Effects of glycemic indicators on early neurological outcomes in patients with acute ischemic stroke treated with intravenous thrombolysis[J]. *World J Diabetes*, 2025, 16(3): 94491.
- [13] 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组, 卫生部脑卒中筛查与防治工程委员会办公室, 等. 中国脑卒中康复治疗指南(2011 完全版)[J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18(4): 301-318.
- [14] WERRING D J, OZKAN H, DOUBAL F, et al. Early neurological deterioration in acute lacunar ischemic stroke: systematic review of incidence, mechanisms, and prospects for treatment[J]. *Int J Stroke*, 2025, 20(1): 7-20.
- [15] 宋玲华, 楼晓莉, 姜雅斯, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值对穿支动脉病变型脑梗死预后的影响[J]. *医学研究与战创伤救治*, 2024, 37(1): 37-41.
- [16] 王一轻, 刘平国, 沈佳慧, 等. 脑穿支动脉病变梗死类型和神经影像学研究进展[J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16(9): 876-882.
- [17] LIN Y H, CHEN C H, TANG S C, et al. Posterior limb of internal capsule infarct predicts functional outcome in acute terminal internal carotid artery occlusion after thrombectomy[J]. *Clin Neuroradiol*, 2022, 32(4): 951-959.
- [18] GUPTA S, XIAO M, LIU N, et al. Involvement of the posterior limb of the internal capsule independently predicts the prognosis of patients with basal ganglia and thalamic hemorrhage[J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1475444.
- [19] 周灿富, 杨保生, 区志明, 等. 银杏二萜内酯葡胺辅助治疗对急性脑梗死患者 NIHSS、ADL 评分的影响[J]. *辽宁中医杂志*, 2024, 51(4): 122-124.
- [20] 王晓宇, 楼滢, 温良, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清 lncRNA MEG3、Hcy、MCP-1 水平与脑梗死体积和神经功能缺损程度的关系[J]. *中国卫生检验杂志*, 2023, 33(9): 1090-1094.
- [21] SORWER M S, KHAN N A, MIAH A H, et al. Assessment of serum homocysteine level to predict early prognosis of ischaemic stroke[J]. *Mymensingh Med J*, 2023, 32(4): 975-982.
- [22] ZULIANI G, MARSILLACH J, TRENTINI A, et al. Lipoprotein-associated phospholipase A2 activity as potential biomarker of vascular dementia[J]. *Antioxidants*, 2023, 12(3): 597.
- [23] YU B, SHI G, YANG F, et al. Correlation of LP-PLA2 and MMP-9 with the occurrence of early neurological deterioration in patients with acute ischemic stroke[J]. *Medicine*, 2024, 103(21): e38310.
- [24] 张云, 焦黛妍, 吴兆华. 血清 ICAM-1、MMP-9 和 Cys-C 水平可评估急性脑出血患者的病情和预后[J]. *内科急危重症杂志*, 2023, 29(3): 199-202.
- [25] MA H, WANG L, LV W, et al. Effects of miR-7 on Hcy-induced rat cerebral arterial vascular smooth muscle cell proliferation, migration and inflammatory factor expression by targeting MMP-14 to regulate TLR4/NF- $\kappa$ B signaling pathway[J]. *Cell Mol Biol*, 2020, 66(7): 12-17.
- [26] JIN L, JIANG M, QIAN J, et al. The role of lipoprotein-associated phospholipase A2 in inflammatory response and macrophage infiltration in sepsis and the regulatory mechanisms[J]. *Funct Integr Genomics*, 2024, 24(5): 178.

(收稿日期: 2025-06-19 修回日期: 2025-09-25)