

# 早期外周血炎症指标与动脉瘤性蛛网膜下腔出血 临床转归的相关性

丁 锐 刘熙至 赵子龙 陈治标 谢 腾 吴立权

**【摘要】目的** 探讨早期外周血炎症指标与动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aSAH)后迟发性脑缺血(DCI)和临床预后的相关性。**方法** 2022年12月至2023年12月前瞻性收治符合标准的aSAH共44例,入院24 h内检测外周血炎症指标;发病3个月,根据GOS评分评估预后,其中4~5分为预后良好。**结果** 44例中,8例发生DCI,发生率为18.2%。发病3个月,GOS评分1分2例,2分3例,3分4例,4分2例,5分33例;预后良好率为79.55%。单因素logistic分析显示,入院白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数、血糖、中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、全身免疫炎症指数(SIRI)、入院Hunt-Hess分级和入院改良Fisher分级为aSAH并发DCI的影响因素( $P<0.05$ );入院时WBC、中性粒细胞计数、甘油三酯、血糖、NLR、SIRI、炎症预后指数、Hunt-Hess评分和Fisher评分为aSAH预后不良的影响因素( $P<0.05$ )。ROC曲线分析显示,外周血白细胞介素-10水平对aSAH病人预后不良具有预测价值,曲线下面积为0.749(95% CI 0.560~0.938;  $P=0.022$ ),最佳临界值为7.21 pg/ml,敏感度为0.667,特异度为0.829。**结论** 早期外周血炎症指标与aSAH后DCI和临床预后有关,早期外周血IL-10水平对aSAH预后有良好的预测价值。

**【关键词】** 动脉瘤性蛛网膜下腔出血;迟发性脑缺血;临床预后;外周血;炎症指标

**【文章编号】** 1009-153X(2024)10-0586-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9

## Correlation between the early peripheral blood inflammatory markers after hemorrhage and the clinical outcome of aneurysmal subarachnoid hemorrhage

DING Rui<sup>1</sup>, LIU Xi-zhi<sup>1</sup>, ZHAO Zi-long<sup>1</sup>, CHEN Zhi-biao<sup>1</sup>, XIE Teng<sup>2</sup>, WU Li-quan<sup>1</sup>. 1. Department of Neurosurgery, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China; 2. Department of Neurosurgery, Hanchuan Renmin Hospital, Hanchuan 431600, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship between the early peripheral blood inflammatory markers and the delayed cerebral ischemia (DCI) as well as the clinical prognosis of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH). **Methods** A total of 44 patients with aSAH that met the criteria were prospectively collected from December 2022 to December 2023. Peripheral blood inflammatory markers were detected within 24 hours of admission. Three months after the onset, prognosis was evaluated based on the Glasgow Outcome Scale (GOS) score, with a score of 4~5 indicating a favorable prognosis. **Results** Of the 44 patients, 8 patients developed DCI, with an incidence rate of 18.2%. Three months after the onset, the GOS scores were 1 point for 2 cases, 2 points for 3 cases, 3 points for 4 cases, 4 points for 2 cases, and 5 points for 33 cases; the favorable prognosis rate was 79.55%. Univariate logistic analysis revealed that white blood cell (WBC), neutrophil, blood glucose, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), systemic immune-inflammation index (SIRI), Hunt-Hess grade at admission, and modified Fisher grade at admission were the influencing factors for DCI in aSAH patients ( $P<0.05$ ); WBC, neutrophil, triglyceride, blood glucose, NLR, SIRI, inflammatory prognostic index, Hunt-Hess score, and Fisher score at admission were the influencing factors for poor prognosis of aSAH ( $P<0.05$ ). ROC curve analysis indicated that the level of interleukin-10 in peripheral blood had predictive value for poor prognosis in aSAH patients, with an area under the curve of 0.749 (95% CI 0.560~0.938;  $P=0.022$ ), the optimal cut-off value being 7.21 pg/ml, the sensitivity being 0.667, and the specificity being 0.829. **Conclusions** Peripheral blood inflammatory indicators are associated with DCI and clinical prognosis after aSAH, and the level of IL-10 in peripheral blood has favorable predictive value for the prognosis of aSAH.

**【Key words】** Aneurysmal subarachnoid hemorrhage; Inflammatory markers; Peripheral blood; Delayed cerebral ischemia; Prognosis

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.10.003

基金项目:湖北省重点研发计划(2022BCE020)

作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院神经外科(丁锐、刘熙至、赵子龙、陈治标、吴立权);431600 湖北,汉川市人民医院神经外科(谢腾)

通信作者:吴立权,Email:wuliqian@whu.edu.cn

动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aneurysmal subarachnoid haemorrhage, aSAH)是一种常见的脑血管事件,病死率在40%~50%<sup>[1,2]</sup>。迟发性脑缺血(delayed cerebral ischemia, DCI)是aSAH常见且严重的并发症,与病人不良预后密切相关<sup>[3]</sup>。研究发现,炎症反应在aSAH后DCI进展中发挥重要作用<sup>[4,5]</sup>。

外周血炎症指标是最易获取的生物标志物,但 aSAH 早期外周血炎症指标(特别是炎症因子水平)与病人临床转归之间的关系尚不明确。本研究探讨 aSAH 早期外周血炎症指标与 DCI 和临床预后的关系,为临床早期识别与干预,进而改善病人预后提供参考。

## 1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:首次发病,发病 48 h 内入院;CT 或腰椎穿刺术发现 SAH;经 CTA 或 DSA 检查确诊颅内动脉瘤;炎症因子及相关实验室检查资料完整;治疗过程及随访期间无其他影响临床转归的重要并发症发生(如急性心肌梗塞、重症肺炎)等。排除标准:外伤性 SAH;未破裂颅内动脉瘤;半年内有脑血管疾病病史如脑梗死、脑出血等;近期有感染、免疫系统疾病、恶性肿瘤等病史;近 3 个月内服用激素、免疫抑制剂及抗菌药物。

1.2 研究对象 2022 年 12 月至 2023 年 12 月前瞻性收治符合标准的 aSAH 共 44 例,其中男性 22 例,女性 22 例;年龄 33~80 岁,平均(59.48±8.8)岁。合并高血压病 29 例、糖尿病 6 例、高脂血症 21 例,吸烟史 14 例,饮酒史 8 例。单纯头痛 32 例,疼痛合并意识障碍及神经功能缺损 12 例。入院 Hunt-Hess 分级 I 级 13 例,II 级 13 例,III 级 9 例,IV 级 9 例。前循环动脉瘤 39 例,后循环动脉瘤 5 例。

1.3 外周血炎症指标的检测方法 入院 24 h 内检测外周血炎症指标:①血清炎症因子水平,包括白细胞介素(interleukin, IL)-1 $\beta$ 、IL-2、IL-4、IL-5、IL-6、IL-8、IL-10、IL-17、IL-12、肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF);②血常规检测白细(white blood cells, WBC)、中性粒细胞、淋巴细胞、血小板计数、平均血小板体积(mean platelet volume, MPV)、单核细胞;③血清白蛋白(albumin, ALB)、高敏 C 反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、血糖、低密度脂蛋白(low-density lipoprotein, LDL)、高密度脂蛋白(high-density lipoprotein, HDL)、胆固醇、甘油三酯(triglycerides, TG);④炎症标志物,包括血小板/淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)、全身免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index, SII)=血小板计数 $\times$ (中性粒细胞/淋巴细胞)、系统炎症反应指数(systemic inflammatory response index, SIRI)=中性粒细胞 $\times$ (单核细胞/淋巴细胞)和炎症预后指数(inflammation prognostic index, IPI)=CRP $\times$ NLR/ALB。

1.4 DCI 的诊断 aSAH 后 3~10 d 进行 DCI 评估,标准包括新的局灶性神经损害或 GCS 评分至少下降 2 分,不包括其他原因(例如脑积水或再出血)所致<sup>[3]</sup>。

1.5 预后的评估 发病 3 个月,根据 GOS 评分评估病人预后,其中 4~5 分为预后良好。

1.6 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件进行分析;正态分布定量资料用  $\bar{x}\pm s$  表示,采用 *t* 检验;非正态分布定量变量用中位数和四分位数区间表示,采用 Mann-Whitney U 检验;定性资料采用  $\chi^2$  检验;等级资料采用非参数秩和检验;logistic 回归分析 DCI 和预后相关因素;用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析炎症指标预测病人预后的效果;*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 DCI 的发生率 44 例中,8 例发生 DCI,发生率为 18.2%。

2.2 预后情况 发病 3 个月,GOS 评分 1 分 2 例,2 分 3 例,3 分 4 例,4 分 2 例,5 分 33 例;预后良好率为 79.55%。

2.3 DCI 和预后的影响因素 单因素 logistic 分析显示,入院 WBC、中性粒细胞计数、血糖、NLR、SIRI、Hunt-Hess 评分和改良 Fisher 分级为 aSAH 并发 DCI 的影响因素(*P*<0.05;表 1);入院 WBC、中性粒细胞、TG、血糖、NLR、SIRI、IPI、Hunt-Hess 评分和 Fisher 评分等为 aSAH 预后不良的影响因素(*P*<0.05;表 1)。

2.4 ROC 曲线分析 外周血 IL-1 $\beta$ 、IL-2、IL-4、IL-5、IL-6、IL-8、IL-17、IL-12 和 TNF 水平不能预测 DCI 和不良预后(*P*>0.05;表 2);外周血白细胞介素-10 水平对 aSAH 病人预后不良具有预测价值,曲线下面积为 0.749(*P*=0.022),最佳临界值为 7.21 pg/ml,敏感度为 0.667,特异度为 0.829(图 1)。

## 3 讨论

aSAH 是一种病死率和致残率都很高的严重脑血管疾病。研究表明炎症是影响 aSAH 后脑损伤的关键因素。外周血炎症指标是目前临床检验中最易获取的标志物。我们发现,外周血 WBC 和中性粒细胞与 aSAH 后 DCI 密切相关,且与病人预后不良相关。Cuoco 等<sup>[6]</sup>研究发现,WBC 不仅受脑池蛛网膜下腔出血的影响,也受动脉瘤破裂的影响。Mahta 等<sup>[7]</sup>发现 aSAH 早期 WBC 在预测 DCI 和功能结局方面具有重要价值。有研究证实,术前 WBC 和中性粒细胞增高与 aSAH 发病 90 d 不良结局独立相关,而 WBC

表1 动脉瘤性蛛网膜下腔出血并发迟发性脑缺血及发病30 d预后不良的相关因素

Table 1 Relevant factors for delayed cerebral ischemia and poor prognosis within 30 days after onset in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage

相关因素	迟发性脑缺血		预后不良	
	优势比(95%置信区间)	P值	优势比(95%置信区间)	P值
外周血白细胞	1.285(1.026, 1.607)	0.029	1.263(1.020, 1.565)	0.032
外周血中性粒细胞	1.292(1.033, 1.615)	0.024	1.268(1.027, 1.567)	0.027
血糖	1.438(1.003, 2.061)	0.048	2.856(1.048, 7.784)	0.04
中性粒细胞与淋巴细胞比值	1.092(1.014, 1.176)	0.020	1.932(1.215, 3.073)	0.005
全身免疫炎症指数	1.109(1.012, 1.216)	0.027	1.102(1.022, 1.188)	0.012
入院 Hunt-Hess 分级	6.604(1.824, 23.914)	0.004	1.115(1.015, 1.224)	0.023
入院改良 Fisher 分级	4.291(1.705, 10.799)	0.002	1.620(1.096, 2.396)	0.016

表2 ROC 曲线分析外周血炎症因子预测动脉瘤性蛛网膜下腔出血并发迟发性脑缺血及发病30 d预后不良的效能

Table 2 ROC curve analysis on the efficiency of peripheral blood inflammatory factors in predicting delayed cerebral ischemia and poor prognosis within 30 days after onset in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage

炎症因子	迟发性脑缺血		预后不良	
	曲线下面积(95%置信区间)	P值	曲线下面积(95%置信区间)	P值
白细胞介素-1 $\beta$	0.550(0.334~0.767)	0.659	0.432(0.200~0.664)	0.532
白细胞介素-2	0.500(0.306~0.694)	1.000	0.459(0.256~0.662)	0.705
白细胞介素-4	0.481(0.270~0.692)	0.867	0.476(0.257~0.695)	0.827
白细胞介素-5	0.443(0.197~0.688)	0.616	0.368(0.158~0.578)	0.227
白细胞介素-6	0.550(0.333~0.768)	0.659	0.673(0.514~0.832)	0.113
白细胞介素-8	0.568(0.369~0.767)	0.553	0.632(0.426~0.837)	0.227
白细胞介素-10	0.639(0.420~0.857)	0.224	0.749(0.560~0.938)	0.022
白细胞介素-17	0.425(0.224~0.626)	0.513	0.330(0.133~0.527)	0.120
白细胞介素-12	0.406(0.219~0.594)	0.411	0.327(0.143~0.511)	0.113
肿瘤坏死因子	0.451(0.232~0.670)	0.670	0.489(0.265~0.713)	0.919

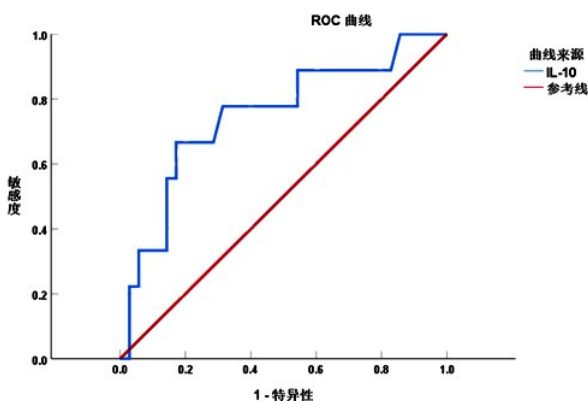


图1 外周血白细胞介素-10 预测动脉瘤性蛛网膜下腔出血发病30 d预后不良的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of peripheral blood interleukin-10 in predicting poor prognosis within 30 days after aneurysmal subarachnoid hemorrhage

具有最佳的预测能力<sup>[8]</sup>。而对 aSAH 全身炎症标志物进行的一项最大规模研究发现,入院时较高的中性粒细胞可有效预测 aSAH 住院病死率和医院获得性感染<sup>[9]</sup>。更加值得关注的是,我们的研究揭示淋巴细胞与 aSAH 后 DCI 具有相关性,而与病人预后不良无相关性。Morga 等<sup>[10]</sup>根据 GCS 评分和 Hunt-Hess 分级进行临床状态评分,发现状态较差的 aSAH 淋巴细胞明显低于临床状态较好的病人。

最近,许多根据外周血指标衍生的炎症标志物,如 PLR、NLR、SII、SIRI 和 IPI,被证实对预测脑梗死、脑出血及心肌梗死等临床结局有较高的参考价值,为早期判断疾病进展以及提前干预奠定了基础<sup>[11]</sup>。研究发现,NLR 和 PLR 是 aSAH 后 DCI 发展和功能结局的独立预测因子<sup>[12,13]</sup>;当结合在一起时,能更好地识别高风险病人。相反,近期一项队列研究却发现,aSAH 入院时 NLR 和 PLR 对预测其功能结局或

血管痉挛风险没有价值<sup>[14]</sup>。我们发现,PLR和NLR与aSAH后DCI具有相关性,且NLR与病人预后不良相关。由于整合了更多的炎症指标,SII和SIRI被认为可更准确地反映病人机体炎症和免疫状态。一项多中心研究显示,SIRI和SII与aSAH的临床结局相关,SIRI和SII升高可作为aSAH预后不良的独立预测因素<sup>[15]</sup>。此外,Yi等<sup>[16]</sup>报道SII和SIRI的动态变化可能是aSAH后发生DCI的预测因子。我们的研究显示SIRI与aSAH后DCI及病人病例预后密切相关;而SII水平与DCI及不良预后无明显关联。这可能与外周血标本收集时间和采用的预后评分量表不同有关。最近,IPI被确定为缺血性脑卒中的预后预测参数<sup>[17]</sup>。Ma等<sup>[11]</sup>研究表明高IPI值与接受静脉溶栓治疗的急性缺血性脑卒中发病90 d较差预后相关。我们发现,IPI与aSAH后DCI发生和病人病例预后相关。

aSAH后急性神经炎症和继发性延迟炎症反应在很大程度上都是由细胞因子控制的,共同造成了aSAH进展(如DCI)以及高病死率和高致残率<sup>[18]</sup>。了解细胞因子变化可有效地管理失调的炎症并改善aSAH预后。我们的研究显示,入院时外周血炎症因子IL-1 $\beta$ 、IL-2、IL-4、IL-5、IL-6、IL-8、IL-17、IL-12、TNF水平与aSAH后DCI和临床预后没有明显的相关性;仅外周IL-10水平对aSAH病人预后不良具有预测价值。Rasmussen等<sup>[19]</sup>也发现aSAH血浆IL-6、IL-8、IL-10、TNF $\alpha$ 水平与DCI或临床转归无关。相反,Luo等<sup>[20]</sup>研究发现,血清IL-1 $\beta$ 、IL-5、IL-6、IL-8、IL-10和TNF- $\alpha$ 与aSAH预后不良有关;而且IL-6、IL-10、IL-8、IL-2、TNF- $\alpha$ 等炎症因子可预测aSAH的不良预后。这一矛盾性的结论可能是因为收集外周血标本的时间点、评估预后的临床参数以及纳入研究的样本量大小存在异质性。也有研究发现,外周血IL-10水平与Hunt-Hess分级严重程度密切相关,并认为IL-10可能是aSAH后早期脑损伤的重要标志物<sup>[21]</sup>。炎症因子与aSAH后DCI的关联尚不清楚,不能完全排除炎症因子在DCI发生发展中存在潜在病理作用的可能。本研究局限性主要是纳入研究的样本量偏少,研究结果有待进一步大样本证实;其次,只调查了入院时外周血炎症指标水平,而没有检测aSAH后炎症指标的动态变化,未能更全面地了解炎症标志物与aSAH后DCI和临床结局的关联。

综上所述,早期外周血炎症指标与aSAH后DCI和临床预后有关,早期外周血IL-10水平对aSAH预

后有良好的预测价值。

**【伦理学声明】:**本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究经武汉大学人民医院研究伦理委员会批准(批准号:WDRY2023-K048)。

**【利益冲突声明】:**本文不存在任何利益冲突。

**【作者贡献声明】:**丁锐负责制作图表和论文撰写;刘熙至、赵子龙负责收集病例资料、数据分析;陈治标、谢腾和吴立权负责论文构思、论文审核及基金支持。

#### 【参考文献】

- [1] CLAASSEN J, PARK S. Spontaneous subarachnoid haemorrhage [J]. *Lancet*, 2022, 400(10355): 846-862.
- [2] MAHER M, SCHWEIZER TA, MACDONALD RL. Treatment of spontaneous subarachnoid hemorrhage: guidelines and gaps [J]. *Stroke*, 2020, 51(4): 1326-1332.
- [3] DODD WS, LAURENT D, DUMONT AS, *et al.* Pathophysiology of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage: a review [J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(15): e021845.
- [4] JIN J, DUAN J, DU L, *et al.* Inflammation and immune cell abnormalities in intracranial aneurysm subarachnoid hemorrhage (SAH): relevant signaling pathways and therapeutic strategies [J]. *Front Immunol*, 2022, 13: 1027756.
- [5] GÜRESİR E, COCH C, FIMMERS R, *et al.* Initial inflammatory response is an independent predictor of unfavorable outcome in patients with good-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *J Crit Care*, 2020, 60: 45-49.
- [6] CUOCO JA, GUILLIAMS EL, MARVIN EA, *et al.* Perimesencephalic subarachnoid hemorrhage has a unique peripheral blood leukocyte profile compared to aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *World Neurosurg*, 2022, 163: e471-e481.
- [7] MAHTA A, AZHER AI, MOODY S, *et al.* Association of early white blood cell trend with outcomes in aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *World Neurosurg*, 2021, 151: e803-e809.
- [8] NIE Z, LIN F. A pooled analysis of preoperative inflammatory biomarkers to predict 90-day outcomes in patients with an aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a single-center retrospective study [J]. *Brain Sci*, 2023, 13(2): 257.
- [9] ZHANG Y, LI L, JIA L, *et al.* Neutrophil counts as promising marker for predicting in-hospital mortality in aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *Stroke*, 2021, 52(10): 3266-3275.

(下转第615页)

- schwannoma [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133(11): 1292-1297.
- [15] GONEN L, CHAKRAVARTHI SS, MONROY-SOSA A, *et al.* Initial experience with a robotically operated video optical telescopic-microscope in cranial neurosurgery: feasibility, safety, and clinical applications [J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 42(5): E9.
- [16] ABUNIMER AM, ABOU-AL-SHAAR H, WHITE TG, *et al.* The utility of high-definition 2-dimensional stereotactic exoscope in cranial and spinal procedures [J]. *World Neurosurg*, 2022, 158: e231-e236.
- [17] DÜHRSEN L, REGELSBERGER J, PIFFKO A, *et al.* Experiences with a 3D 4K digital exoscope system (ORBEYE) in a wide range of neurosurgical procedures [J]. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2022, 83(06): 596-601.
- [18] HAFEZ A, ELSHARKAWY A, SCHWARTZ C, *et al.* Comparison of conventional microscopic and exoscopic experimental bypass anastomosis: a technical analysis [J]. *World Neurosurg*, 2020, 135: e293-e299.
- [19] HERTA J, ROSSLER K, DORFER C. Technical assessment of microvascular decompression for trigeminal neuralgia using a 3-dimensional exoscope: a case series [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2022, 23(5): 374-381.
- [20] PANTEL T, DREXLER R, GOTTSCHKE J, *et al.* Single-center experience using a 3D 4K digital operating scope system for aneurysm surgery [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2022, 22(6): 433-439.
- [21] ARIFFIN MHM, IBRAHIM K, BAHARUDIN A, *et al.* Early experience, setup, learning curve, benefits, and complications associated with exoscope and three-dimensional 4K hybrid digital visualizations in minimally invasive spine surgery [J]. *Asian Spine J*, 2020, 14(1): 59-65.
- [22] SILLER S, ZOELLNER C, FUETSCH M, *et al.* A high-definition 3D exoscope as an alternative to the operating microscope in spinal microsurgery [J]. *J Neurosurg Spine*, 2020, 33(5): 705-714.
- [23] CALLONI T, ROUMY LG, CINALLI MA, *et al.* Exoscope as a teaching tool: a narrative review of the literature [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 878293.
- (2022-11-28 收稿, 2024-01-07 修回)
- 
- (上接第 589 页)
- [10] MORGA R, DZIEDZIC T, MOSKALA M, *et al.* Clinical relevance of changes in peripheral blood cells after intracranial aneurysm rupture [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29(12): 105293.
- [11] MA F, LI L, XU L, *et al.* The relationship between systemic inflammation index, systemic immune-inflammatory index, and inflammatory prognostic index and 90-day outcomes in acute ischemic stroke patients treated with intravenous thrombolysis [J]. *J Neuroinflammation*, 2023, 20(1): 220.
- [12] YUN S, JUN H, YI D, *et al.* Clinical significance of platelet to neutrophil ratio and platelet to lymphocyte ratio in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *J Clin Neurosci*, 2021, 92: 49-54.
- [13] TAO C, WANG J, HU X, *et al.* Clinical value of neutrophil to lymphocyte and platelet to lymphocyte ratio after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *Neurocrit Care*, 2017, 26(3): 393-401.
- [14] OLIVEIRA AJM, RABELO NN. Neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios and prognosis after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a cohort study [J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2023, 81(6): 515-523.
- [15] YUN S, YI HJ, LEE DH, *et al.* Systemic inflammation response index and systemic immune-inflammatory index for predicting the prognosis of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(8): 105861.
- [16] YI HJ, SHIN DS, KIM BT. Dynamic changes of systemic inflammation response index and systemic immune-inflammatory index are associated with delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2024, 33(5): 107626.
- [17] TIMURKAAN M, TIMURKAAN ES, ALTUNTAS G. A new predictive parameter for ischemic stroke: inflammatory prognostic index-IPI [J]. *Ann Clin Analyt Med*, 2023, 14(2): 167-172.
- [18] DEVLIN P, ISHRAT T. A systematic review of inflammatory cytokine changes following aneurysmal subarachnoid hemorrhage in animal models and humans [J]. *Transl Stroke Res*, 2022, 13(6): 881-897.
- [19] RASMUSSEN R, BACHE S, STAVNGAARD T, *et al.* Plasma levels of il-6, il-8, il-10, icam-1, vcam-1, ifn $\gamma$ , and tnfa are not associated with delayed cerebral ischemia, cerebral vasospasm, or clinical outcome in patients with subarachnoid hemorrhage [J]. *World Neurosurg*, 2019, 128: e1131-e1136.
- [20] LUO C, YAO J, BI H, *et al.* Clinical value of inflammatory cytokines in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *Clin Interv Aging*, 2022, 17: 615-626.
- [21] SAVARRAJ J, PARSHA K, HERGENROEDER G, *et al.* Early brain injury associated with systemic inflammation after subarachnoid hemorrhage [J]. *Neurocrit Care*, 2018, 28(2): 203-211.
- (2024-04-07 收稿, 2024-08-28 修回)