·论 著· DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.20.012

外周血 AFR、ELR 对缺血性脑卒中后重症肺部感染患者治疗期间病情进展的影响及预测效能*

赵苗茁,黄绍栋△

中国人民解放军海军青岛特勤疗养中心老年病康复科,山东青岛 266071

摘 要:目的 探讨外周血清蛋白/纤维蛋白原比值(AFR)、嗜酸粒细胞计数/淋巴细胞计数比值(ELR)对缺血性脑卒中(IS)后重症肺部感染(SPI)患者治疗期间病情进展的影响及预测效能。**方法** 选取 2023 年 1 月至 2025 年 1 月该中心收治的 170 例 IS 后 SPI 患者作为研究对象,入院后均给予规范化治疗,根据治疗 1 周内病情进展情况分为进展组和非进展组。比较两组临床资料,以及入院时外周血 AFR、ELR 水平等,分析 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的影响因素,并分析外周血 AFR、ELR 与病情进展的剂量-反应关系及其对病情进展的预测价值。**结果** 170 例患者治疗 1 周内病情进展率为 30.59%(52/170);进展组 52 例,非进展组 118 例。进展组入院时急性生理学与慢性健康状况评价Ⅱ(APACHEⅡ)评分、感染相关器官功能衰竭评分系统(SOFA)评分,血清 C 反应蛋白(CRP)水平,外周血嗜酸粒细胞、纤维蛋白原、ELR 水平均高于非进展组,血清清蛋白水平,外周血淋巴细胞、AFR 水平均低于非进展组,差异均有统计学意义($P<0.05$);APACHEⅡ、SOFA 评分,以及 CRP、AFR、ELR 均为 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的独立影响因素($P<0.05$);外周血 AFR、ELR 水平分别与病情进展风险呈负向、正向非线性剂量-反应关系($P_{趋势}<0.05$,$P_{非线性}<0.05$);外周血 AFR、ELR 预测 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的受试者工作特征曲线下面积(AUC)分别为 0.818、0.827,AFR、ELR 联合预测的 AUC 为 0.916,明显大于 AFR、ELR 单独预测的 AUC($P<0.05$)。**结论** 外周血 AFR 降低和 ELR 升高是 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的独立影响因素,二者均可作为病情进展的预测因子,联合应用能明显提高预测价值。

关键词:缺血性脑卒中; 重症肺部感染; 清蛋白与纤维蛋白原比值; 嗜酸粒细胞/淋巴细胞比值; 病情进展; 预测

中图法分类号:R743.3;R446.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2026)20-2814-07

Effect and predictive efficacy of peripheral blood AFR and ELR on the progression of severe pulmonary infection in patients with ischemic stroke during treatment*

Zhao Miaozhuo, Huang Shaodong△

Department of Geriatric Rehabilitation, Chinese People's Liberation Army Navy Qingdao Special Service Rehabilitation Center, Qingdao, Shandong 266071, *China*

Abstract: Objective To investigate the effect and predictive efficacy of peripheral blood albumin to fibrinogen ratio (AFR) and eosinophil count to lymphocyte count ratio (ELR) on the progression of severe pulmonary infection (SPI) after ischemic stroke (IS) during treatment. **Methods** A total of 170 patients with SPI after IS in the center from January 2023 to January 2025 were selected. All patients underwent standardized treatment after admission. The progression of the disease within 1 week of treatment was evaluated. According to this, they were divided into progression group and non-progression group. The clinical data, peripheral blood AFR and ELR levels at admission were compared between the two groups. The influencing factors of disease progression during treatment of SPI patients after IS were analyzed, and the dose-response relationship between peripheral blood AFR and ELR and disease progression and the value of predicting disease progression

* **基金项目:**山东省青岛市医药卫生科研指导面上项目(2023-WJZD249)。

作者简介:赵苗茁,女,主治医师,主要从事呼吸系统疾病治疗及康复研究。 △ **通信作者**,E-mail:jiayou20251117@163.com。

中文引用格式:赵苗茁,黄绍栋. 外周血 AFR、ELR 对缺血性脑卒中后重症肺部感染患者治疗期间病情进展的影响及预测效能[J]. 检验医学与临床,2026,23(20):2814-2820.

英文引用格式:Z M Z, Huang S D. Effect and predictive efficacy of peripheral blood AFR and ELR on the progression of severe pulmonary infection in patients with ischemic stroke during treatment[J]. Lab Med Clin, 2026, 23(20): 2814-2820.

were analyzed. **Results**　The progression rate of SPI patients within 1 week after IS was 30.59%（52/170）. There were 52 cases in progression group and 118 cases in non-proression group. The acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ（APACHEⅡ）score，infection-related sequential organ failure assessment（SOFA）score，serum c-reactive protein（CRP）level，peripheral blood fibrinogen，eosinophil and ELR levels than the non-progression group，while serum albumin level，peripheral blood lymphocyte and AFR levels were lower than those in the non-progression group（$P<0.05$）. APACHEⅡ score，SOFA score，CRP，AFR and ELR were all independent factors affecting the progression of SPI patients after IS during treatment（$P<0.05$）. The levels of AFR and ELR in peripheral blood were negatively and positively correlated with the risk of disease progression（$P_{trend}<0.05$，$P_{nonlinear}<0.05$）. The area under the curve（AUC）of peripheral blood AFR and ELR in predicting the progression of SPI patients after IS during treatment were 0.818 and 0.827，respectively. The AUC predicted by AFR combined with ELR was 0.916，which was significantly larger than the AUC predicted by the two alone（$P<0.05$）. **Conclusion**　The decrease of peripheral blood AFR and the increase of ELR are independent influencing factors of disease progression in SPI patients after IS during treatment. Both of them can be used as predictors of disease progression，and the combined prediction can significantly improve the predictive value.

Key words：ischemic stroke；　severe pulmonary infection；　albumin to fibrinogen ratio；　eosinophil to lymphocyte ratio；　disease progression；　prediction

缺血性脑卒中（IS）是全球常见脑血管疾病，是引起残疾的主要原因，患者预后受多方面因素影响[1-2]。IS 患者因瘫痪、吞咽障碍、免疫功能减弱易发生肺部感染，IS 相关性肺部感染发病率为 7%～22%[3]。特别是重症肺部感染（SPI）病情危重，可显著影响患者病情恢复及远期预后[4]。目前，针对 SPI 的治疗虽不断改进，但部分患者仍在规范治疗期间出现病情持续进展，导致住院时间延长、病死率上升等不良结局[5]。因此，寻找有效的生物标志物以预测 IS 后 SPI 患者的病情进展对早期干预和改善患者预后具有重要意义。近年来，血液炎症、营养免疫相关比值指标在感染性疾病和危重症预后评估中受到较多关注，其中清蛋白/纤维蛋白原比值（AFR）能综合反映机体的营养状况、炎症水平和凝血-纤溶平衡，是中国免疫球蛋白 A 肾病患者肾脏预后不良的独立影响因素，且可作为感染引起的脓毒症患者 28 d 死亡的预测因子[6-7]。而嗜酸粒细胞计数/淋巴细胞计数比值（ELR）则整合了嗜酸粒细胞与淋巴细胞两类免疫细胞信息，已有研究证实，老年重症肺炎患者血清 ELR 水平降低与预后不良相关[8]。此外，ELR 在过敏性哮喘儿童外周血中明显升高，与炎症持续存在密切相关，并对过敏性哮喘具有一定预测价值，且是慢性阻塞性肺疾病急性加重合并肺部感染患者预后的独立影响因素[9-10]。然而目前关于 AFR、ELR 在 IS 后 SPI 患者病情进展中的联合作用及预测价值的研究较少见，AFR 主要反映营养-炎症-凝血综合状态，而 ELR 更侧重于特定免疫炎症路径，二者是否共同影响 IS 后 SPI 的病情进展尚不够明确。基于此，本研究分析了外周血 AFR、ELR 水平对 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的影响，并探讨了 AFR、ELR 单独及联合应用的预测效能，以期为临床医生早期识别高风险患者、制订个体化干预策略提供新的参考依据。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2023 年 1 月至 2025 年 1 月本中心收治的 170 例 SPI 患者作为研究对象开展前瞻性研究。纳入标准：（1）确诊为 SPI[11]；（2）有明确 IS 病史[12]，IS 病程处于恢复期；（3）年龄 60～80 岁。排除标准：（1）耐药或转院；（2）IS 复发或出血转化；（3）合并心、肺、肝、肾等严重内科疾病；（4）其他呼吸系统疾病引起的呼吸功能障碍；（5）患有恶性肿瘤；（6）合并其他部位感染。所有患者及家属均知情同意并签署知情同意书。本研究经本中心伦理委员会审核批准（伦理审批号：QDTLL2023-022）。

1.2　方法

1.2.1　临床资料收集　通过调查问卷收集所有患者临床资料，包括吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、吞咽障碍、意识障碍、偏瘫史，性别，年龄，感染距 IS 时间，体质量指数（BMI），感染类型，入院时体温，平均动脉压，急性生理学与慢性健康状况评价Ⅱ（APACHEⅡ）评分、感染相关器官功能衰竭评分系统（SOFA）评分等。APACHEⅡ评分由 3 部分（急性生理学评分、年龄评分、慢性健康状况评分）组成，总分为 0～71 分，评分越高表示病情越严重[13]。SOFA 评分包含呼吸系统、血液系统、肝脏系统、心血管系统、中枢神经系统、肾脏 6 项，总分为 0～24 分，评分越高表示病情越严重[14]。

1.2.2　实验室指标检测　入院时（治疗前）采集所有患者肘静脉血 6 mL（2 份，3 mL/份）即刻送检。取 3

mL 血液标本采用 0.109 mmol/L 枸橼酸钠抗凝处理，采用全自动模块式血液体液分析仪（济南希森美康医用电子有限公司）检测全血白细胞计数、血小板计数、嗜酸粒细胞计数、淋巴细胞计数等，采用赛科希德全自动血凝仪（北京赛科希德科技股份有限公司）检测纤维蛋白原水平。取 3 mL 血液标本离心处理（3 500 r/min 离心 5 min，离心半径 8 cm）分离血清，采用免疫比浊法测定血清 C 反应蛋白（CRP）水平，采用比色法检测血清清蛋白水平，仪器采用罗氏 cobas8000 全自动生化免疫一体化分析系统[罗氏诊断产品（上海）有限公司]。AFR＝清蛋白/纤维蛋白原，ELR＝嗜酸粒细胞计数/淋巴细胞计数。检测均由专业检验人员严格遵循实验室质控程序完成。

1.2.3　治疗方法及病情进展评估　参照《成人社区获得性肺炎基层合理用药指南》[15]开展统一规范化治疗，治疗 1 周后评估病情进展情况，出现以下 1 项或多项则判定为病情进展：（1）急性呼吸衰竭；（2）肺脓肿；（3）心力衰竭；（4）肝肾功能损伤；（5）凝血功能障碍。将病情进展的患者纳入进展组。未出现上述症状或病情好转则判定为非进展，纳入非进展组。

1.3　统计学处理　采用 Epi Data3.02 软件双人双录入，由专人核查确认无误后锁定，由经培训的统计学人员统一处理。采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析处理。计数资料以例数或百分率表示，组间比较采用 χ^2 检验；符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，2 组间比较采用独立样本 t 检验；采用多因素 Logistic 回归分析病情进展的影响因素，计算优势比（OR）及 95%可信区间（95%CI）；应用限制性立方样条（RCS）分析外周血 AFR、ELR 水平与病情进展的剂量-反应关系；通过受试者工作特征（ROC）曲线分析外周血 AFR、ELR 对病情进展的预测价值，ROC 曲线图像使用 Proofig v3.2 软件进行拼接完整性检测，确认无不当修饰，ROC 曲线下面积（AUC）比较采用 DeLong 检验；检验水准：$\alpha=0.05$（双侧）。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　2 组临床资料比较　170 例患者治疗 1 周内病情进展率为 30.59%（52/170）。进展组 52 例，非进展组 118 例。进展组入院时 APACHEⅡ、SOFA 评分，以及血清 CRP 水平均高于非进展组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 1。

2.2　2 组入院时相关实验室检测指标比较　进展组入院时血清清蛋白、外周血 AFR，以及外周血淋巴细胞计数均低于非进展组，外周血纤维蛋白原、ELR，以及嗜酸粒细胞计数均高于非进展组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 2。

2.3　多因素 Logistic 回归分析 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的影响因素　将 IS 后 SPI 患者治疗期间是否病情进展（是＝1，否＝0）作为因变量，APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP、清蛋白、纤维蛋白原、嗜酸粒细胞、淋巴细胞、AFR、ELR 作为自变量（均原值输入）。多重共线性诊断显示，清蛋白、纤维蛋白原与 AFR 存在共线性（VIF＝10.712、11.237），嗜酸粒细胞、淋巴细胞与 ELR 存在共线性（VIF＝10.315、10.086），其余各自变量间均不存在共线性（VIF＜5）。故不纳入清蛋白、纤维蛋白原、嗜酸粒细胞、淋巴细胞等，将 APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP、AFR、ELR 作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析，结果显示，APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP、AFR、ELR 均为 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的独立影响因素（$P<0.05$）。见表 3。

表 1　2 组临床资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 n（%）]

项目	进展组（n＝52）	非进展组（n＝118）	χ^2/t	P
性别			0.614	0.433
男	32（61.54）	65（55.08）		
女	20（38.46）	53（44.92）		
年龄（岁）	71.05±4.43	69.95±4.29	1.525	0.129
感染距 IS 时间（d）	26.59±5.86	28.03±6.15	−1.427	0.155
BMI（kg/m^2）	23.17±1.79	23.51±1.83	−1.124	0.263
吸烟史（有）	19（36.54）	36（30.51）	0.600	0.439
饮酒史（有）	14（26.92）	27（22.88）	0.322	0.570
感染类型			0.193	−0.908
细菌感染	41（78.85）	95（80.51）		
病毒感染	8（15.38）	18（15.25）		
混合感染	3（5.77）	5（4.24）		

续表 1　2 组临床资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 n(%)]

项目	进展组(n=52)	非进展组(n=118)	χ^2/t	P
高血压	18(34.62)	34(28.81)	0.572	0.449
糖尿病	16(30.77)	29(24.58)	0.711	0.399
吞咽障碍	21(40.38)	35(29.66)	1.879	0.170
意识障碍	20(38.46)	36(30.51)	1.033	0.309
偏瘫	23(44.23)	41(34.75)	1.383	0.240
体温(℃)	38.81±0.41	38.72±0.37	1.413	0.159
平均动脉压(mmHg)	86.24±9.35	84.86±9.08	0.908	0.367
APACHEⅡ评分(分)	20.13±1.42	18.62±0.79	8.867	<0.001
SOFA 评分(分)	15.21±1.93	12.97±1.56	8.006	<0.001
白细胞计数($\times10^9$/L)	16.04±2.75	15.26±2.41	1.861	0.064
血小板计数($\times10^9$/L)	203.78±25.46	198.59±23.70	1.286	0.200
CRP(mg/L)	65.74±14.75	52.18±12.82	6.064	<0.001

表 2　2 组入院时相关实验室检测指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	血清清蛋白(g/L)	纤维蛋白原(g/L)	AFR	嗜酸粒细胞计数($\times10^9$/L)	淋巴细胞计数($\times10^9$/L)	ELR
进展组	52	32.65±3.12	6.38±0.85	5.12±0.78	0.27±0.06	0.60±0.11	0.45±0.10
非进展组	118	35.72±3.56	5.46±0.79	6.54±0.86	0.21±0.05	0.66±0.13	0.32±0.07
t		−5.374	6.835	−10.198	6.771	−2.901	9.726
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001

表 3　多因素 Logistic 回归分析 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的影响因素

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
模型 1						
APACHEⅡ评分	0.383	0.117	10.725	0.001	1.467	1.166～1.845
SOFA 评分	0.348	0.111	9.842	0.002	1.417	1.140～1.761
CRP	0.236	0.082	8.273	0.004	1.266	1.078～1.487
AFR	−0.324	0.091	12.646	<0.001	0.724	0.605～0.865
ELR	0.452	0.130	12.068	<0.001	1.571	1.218～2.027
常数项	−4.186	0.312	10.496	0.001	—	—
模型 2						
AFR	−0.277	0.079	12.333	<0.001	0.758	0.649～0.885
ELR	0.438	0.128	11.734	0.001	1.550	1.206～1.992
常数项	−2.459	0.275	10.083	0.001	—	—

注：—表示无数据；模型 1 为全模型，模型 2 为拟合仅含 AFR、ELR 的简化模型，用于后续 ROC 曲线分析。

2.4　外周血 AFR、ELR 与病情进展的剂量-反应关系　对 RCS 模型的节点数进行评估，结果显示，在节点数取 3 时赤池信息准则(AIC)、贝叶斯信息准则(BIC)最小，似然比检验 P<0.05，说明当节点数取 3 时模型拟合效果最优。见表 4。故 RCS 模型节点数取 3，将 APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP 校正后分析显示，入院时外周血 AFR 与 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展风险呈先降低后平缓的倒“J”形负向非线性剂量-反应关系($P_{趋势}$<0.05，$P_{非线性}$<0.05)，ELR 与病情进展风险呈先平缓后升高的“J”形正向非线性剂量-反应关系($P_{趋势}$<0.05，$P_{非线性}$<0.05)；进一步应用 EmpowerStats 软件临界值效应分析模块进行临界值效应分析，广义相加模型结果显示，外周血 AFR 水平拐点为 6.32，当外周血 AFR 水平>6.32 时病情进展风险不受其水平降低的影响(OR=0.86，P>0.05)，当外周血 AFR 水平≤6.32 时病情进展风险随着其水平降低呈上升趋势(OR=0.25，P<0.05)；外周血 ELR 水平拐点为 0.36，当外

周血 ELR 水平＜0.36 时病情进展风险不受其水平升高的影响（OR＝1.03，P＞0.05），当外周血 ELR 水平≥0.36 时病情进展风险随着其水平升高呈上升趋势（OR＝2.75，P＜0.001）；可将入院时外周血 AFR 水平≤6.32、ELR 水平≥0.36 作为 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的监测指标。见表 5、图 1。

表 4　不同节点数 RCS 模型评价

节点数量	AIC	BIC	似然比检验	
			χ	P
3	668.95	674.06	4.712	0.019
4	677.62	689.13	2.043	0.054
5	678.81	690.26	1.879	0.060

2.5　外周血 AFR、ELR 单独及联合检测对 IS 后 SPI 患者病情进展的预测价值　将 IS 后 SPI 患者治疗期间是否病情进展（是＝1，否＝0）作为状态变量，外周血 AFR、ELR 作为检验变量绘制 ROC 曲线，结果显示，外周血 AFR、ELR 单独预测 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的 AUC 分别为 0.818、0.827；根据 Logistic 回归分析的模型 2 构建 AFR 联合 ELR 方程为 $Logit(P)=-2.459-0.277X_{AFR}+0.438X_{ELR}$；AFR 联合 ELR 预测的 AUC 为 0.916，明显大于 AFR、ELR 单独预测的 AUC（Z＝2.255、2.178，P＝0.024、0.029）。见表 6。

表 5　外周血 AFR、ELR 与病情进展的 RCS 分析

指标	临界值效应	OR	OR 的 95%CI	P
AFR	整体模型	0.42	0.27～0.68	＜0.001
	分段模型	—	—	—
	AFR≤6.32	0.25	0.10～0.60	0.002
	AFR＞6.32	0.86	0.33～2.25	0.766
	似然比检验	—	—	0.003
ELR	整体模型	1.92	1.25～2.95	
	分段模型	—	—	—
	ELR＜0.36	1.03	0.72～1.48	0.703
	ELR≥0.36	2.75	1.89～4.01	0.037
	似然比检验	—	—	0.006

注：—表示无数据。

表 6　外周血 AFR、ELR 单独及联合检测对 IS 后 SPI 患者病情进展的预测价值

指标	AUC	AUC 的 95%CI	最佳截断值	灵敏度（%）	特异度（%）	P
AFR	0.818	0.752～0.873	5.70	76.92	81.36	＜0.001
ELR	0.827	0.761～0.880	0.40	76.92	77.12	＜0.001
二者联合	0.916	0.863～0.953	—	78.85	88.14	＜0.001

注：—表示无数据。

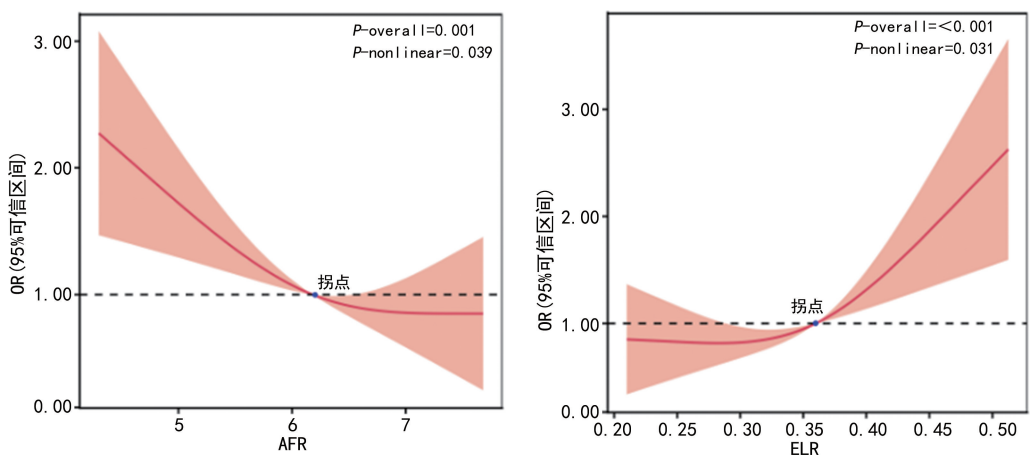

图 1　外周血 AFR、ELR 与病情进展的 RCS 模型

3　讨　论

SPI 是 IS 常见并发症，会导致患者出现呼吸功能障碍，引起呼吸困难、肺不张、窒息等不良事件，严重影响其身体健康与生命安全[16]。SPI 患者病情复杂、治疗难度大，病情不易控制。既往研究表明，约 31% 的重症肺炎患者治疗期间出现疾病持续进展[17]。本研究结果显示，IS 后 SPI 患者治疗 1 周内病情进展率为 30.59%，说明 IS 后 SPI 患者的病情进展风险较高，早期评估病情进展情况对指导临床医生调整治疗方案、改善患者预后具有重要意义。

本研究结果显示，进展组入院时外周血 AFR 低于非进展组，外周血 ELR 高于非进展组，且二者均为病情进展的独立影响因素，说明外周血 AFR 降低、ELR 升高均会显著增加患者病情进展风险。AFR 整

合了清蛋白和纤维蛋白原，其中清蛋白具有抗炎、抗氧化、调节免疫等生物学功能，营养不良和炎症反应均可抑制清蛋白合成，导致血清清蛋白水平降低，进而削弱机体抗炎、抗氧化功能及免疫功能，降低病原体的清除能力减弱。纤维蛋白原作为急性期反应蛋白，其水平升高会促进血栓形成，影响微循环，加重肺组织缺血、缺氧，促进肺组织损伤加重[18-19]。AFR 降低提示炎症、免疫和凝血功能紊乱，导致多器官功能障碍风险增加，最终推动病情进展[20]。有研究表明，清蛋白和纤维蛋白原平衡紊乱是发生卒中相关性肺炎的独立危险因素[21]。庞宏刚等[22]指出，AFR 降低提示机体抗炎、免疫功能下降，可加剧急性肺栓塞患者病情恶化。在 SPI 发生、发展过程中，感染会增加清蛋白分布体积，减少总清蛋白水平，同时会引起凝血纤溶系统功能紊乱，促使纤维蛋白原增加，最终引起 AFR 水平降低，进一步加重患者病情[23]。

ELR 则整合了嗜酸粒细胞计数和淋巴细胞计数，其中嗜酸粒细胞增多可能反映辅助性 T 淋巴细胞 2 型免疫应答过度激活，而淋巴细胞减少则表明细胞免疫功能抑制，这种失衡可能导致病原体清除延迟、炎症反应增强[24-25]。且嗜酸粒细胞释放的毒性蛋白可能加重肺组织损伤，而淋巴细胞功能不足则不利于组织修复。ELR 升高可通过免疫调节紊乱和促进炎症损伤导致肺部感染患者病情进展[26]。有研究表明，随着呼吸窘迫综合征合并呼吸机相关肺炎患儿外周血 ELR 升高，其病情严重程度随之上升[27]。此外，ELR 升高能加剧气道炎症反应，促进肺部感染引起的组织损害[10]。本研究结果显示，外周血 AFR、ELR 预测 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的 AUC 分别为 0.818、0.827，具有良好预测效能。

本研究结果显示，APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP 也是 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的独立影响因素，与相关研究结果基本一致[28-29]。其中 APACHEⅡ评分是一个综合性的危重患者病情评估工具，APACHEⅡ评分越高表明患者生理功能受损越显著；SOFA 评分是用于评估感染相关的器官功能衰竭指标，其分值越高表明器官功能障碍越严重，2 种评分升高均能推动 SPI 患者病情进展[30]。CRP 是全身炎症反应标志物，能通过激活补体系统和促进吞噬细胞活性，加剧炎症反应和组织损伤，其水平升高可导致肺部炎症和组织损伤加重，导致病情进展[31]。说明 IS 后 SPI 患者治疗期间病情进展的影响因素较多。本研究进一步通过 RCS 模型分析显示，将 APACHEⅡ评分、SOFA 评分，以及 CRP 校正后外周血 AFR、ELR 水平分别与病情进展风险呈负向、正向非线性剂量-反应关系。说明在排除传统影响因素的后 AFR、ELR 在 IS 后 SPI 患者病情进展中发挥着独立作用。其中 AFR 升高可通过抑制过度炎症反应或促进组织修复，减轻肺损伤；ELR 升高能通过放大炎症反应加速病情恶化，AFR 的抗炎/修复作用可能部分抵消 ELR 的促炎/损伤作用，二者在病情进展中形成协同效应，当 AFR 处于低水平且 ELR 持续升高时可协同导致免疫失衡，显著增加器官衰竭风险，这种协同作用通过平衡炎症与修复、炎症与抗炎等机制影响病情进展，为 AFR、ELR 联合应用提供了理论依据。本研究创新性采用 AFR 联合 ELR 预测 IS 后 SPI 患者是否病情进展，结果显示，联合预测的 AUC 提高至 0.916，明显大于 AFR、ELR 单独预测的 AUC。这是因为 AFR、ELR 通过互补的生物学机制（抗炎/修复与促炎/损伤）协同影响 IS 后 SPI 患者的病情进展，联合检测通过整合多维度信息能更精准地识别病情进展的高危患者，显著提升了预测准确性。且 AFR、ELR 与病情进展存在非线性剂量-反应关系，AFR、ELR 联合应用可通过算法优化捕捉这种复杂关联，从而提升预测效能，为临床提供更可靠的评估工具。

综上所述，本研究聚焦于 IS 后 SPI 患者这一临床常见危重并发症，明确了外周血 AFR、ELR 是 IS 后 SPI 患者病情进展的独立影响因素，且能作为病情进展的预测因子，AFR、ELR 联合应用能有效改善预测效能，为早期识别病情进展高危患者提供了新的思路和方法。但本研究属单中心研究，可能影响结果普适性，且未当天检测外周血 AFR、ELR 水平变化，二者最佳检测时间点尚未明确。后续仍需通过多中心大样本研究进一步验证，并进行动态监测，以充分发掘外周血 AFR、ELR 的潜在价值。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献　赵苗苗：实验操作、数据分析和论文撰写；黄绍栋：设计论文框架、论文修订。

参考文献

[1] Sperring C P，Savage W M，Argenziano M G，et al. No-reflow post-recanalization in acute ischemic stroke：mechanisms，measurements，and molecular markers[J]. Stroke，2023，54(9)：2472-2480.

[2] Ma F，Li LL，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.

[3] 高珺，张赛雪，王静平，等.“宣肺降气”针法联合涤痰汤对缺血性脑卒中恢复期肺部感染患者肺功能的影响[J]. 中华中医药学刊，2025，43(2)：224-228.

[4] Zhang Q S，Liu H K，Sun J，et al. Reducing stroke-associated pneumonia through pulmonary rehabilitation in moderate-to-severe acute ischemic stroke[J]. Eur J Med Res，

2025,30(1):208.

[5] 张阳,郑庆凯,陈苗,等. 重症肺炎患者外泌体 HMGB1/RAGE/NF-κB 基因表达及其与病情进展的关系[J]. 中华医院感染学杂志,2023,33(6):816-820.

[6] Qin A Y,Wang S Q,Dong L Q,et al. Prognostic value of the albumin-to-fibrinogen ratio (AFR) in IgA nephropathy patients[J]. Int Immunopharmacol,2022,113(Pt A):109324.

[7] Li S,Shen Y,Chang B,et al. Prognostic value of albumin-to-fibrinogen ratio for 28-day mortality among patients with sepsis from various infection sites[J]. Mediators Inflamm,2022,2022(1):3578528.

[8] 王晶,杭文璐,杜永亮,等. 血 PCT、IL-6 及 AFR 在老年重症肺炎预后中的评估价值[J]. 徐州医科大学学报,2022,42(3):189-193.

[9] 步美玲,刘玲玲,范卫华,等. 嗜酸性粒细胞及嗜酸性粒细胞/淋巴细胞比值预测不同季节儿童过敏性哮喘的意义[J]. 中国免疫学杂志,2024,40(8):1740-1743.

[10] 刘宁,焦帅,唐飞. 血清 CAR 及 ELR 与 AECOPD 合并肺部感染患者预后的相关性研究[J]. 新疆医科大学学报,2024,47(9):1231-1236.

[11] 中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等. 成人社区获得性肺炎基层诊疗指南(2018 年)[J]. 中华全科医师杂志,2019,18(2):117-126.

[12] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.

[13] Shang X,Wang Y. Comparison of outcomes of high-flow nasal cannula and noninvasive positive-pressure ventilation in patients with hypoxemia and various APACHEⅡ scores after extubation[J]. Ther Adv Respir Dis,2021,15(1):17534666211004235.

[14] Li Y L,Yan C J,Gan Z Y,et al. Prognostic values of SOFA score, qSOFA score, and LODS score for patients with sepsis[J]. Ann Palliat Med,2020,9(3):1037-1044.

[15] 中华医学会,中华医学会临床药学分会,中华医学会杂志社,等. 成人社区获得性肺炎基层合理用药指南[J]. 中华全科医师杂志,2020,19(9):783-791.

[16] 颜晓娇,李柏新. 缺血性脑卒中合并肺部感染患者病原菌分布及血清 sCD14-ST、ADA 水平变化的临床意义[J]. 中国病原生物学杂志,2023,18(12):1457-1461.

[17] 王建伟,张庆龙,王楠楠,等. 重症肺炎患者治疗期间血清 sICAM-1、IL-8 动态监测对病情进展的影响[J]. 广东医学,2023,44(1):13-18.

[18] Rathore S S,Oberoi S,Iqbal K,et al. Prognostic value of novel serum biomarkers, including C-reactive protein to albumin ratio and fibrinogen to albumin ratio, in COVID-19 disease: A meta-analysis[J]. Rev Med Virol,2022,32(6):e2390.

[19] 朗恒亮,柏敏丽,李超,等. 白蛋白与纤维蛋白原比值预测急性胰腺炎短期临床预后[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2025,34(6):866-869.

[20] Unal Cetin E,Kurtkulagi O,Kamis F,et al. Advancing ICU mortality prediction in community-acquired pneumonia: combining fibrinogen-to-albumin ratio, CT severity score, PSI, and CURB-65[J]. Biomol Biomed,2025,25(9):2083-2091.

[21] Lin G,Hu M,Song J,et al. High fibrinogen to albumin ratio: A novel marker for risk of stroke-associated pneumonia? [J]. Front Neurol,2022,12:747118.

[22] 庞宏刚,孟燕,程媛媛. 急性肺栓塞患者血清 GDF-15、CXCL9、AFR 水平的临床意义[J]. 山西医科大学学报,2024,55(3):367-372.

[23] 闵娟,郝立坤,武智强,等. 患者入院时血清 AFR、SII 及 PCT 水平对老年重症肺炎预后不良的预测效能[J]. 山东医药,2023,63(21):57-60.

[24] Liao Q Q,Mo Y J,Zhu K W,et al. Platelet-to-lymphocyte ratio(PLR), neutrophil-to-lymphocyte ratio(NLR), monocyte-to-lymphocyte ratio(MLR), and eosinophil-to-lymphocyte ratio(ELR) as biomarkers in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD)[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis,2024,19(1):501-518.

[25] Godfrin P,Le Borgne P,Sabah J,et al. Eosinophil-to-lymphocyte ratio and early variation as predictors of severity and in-hospital mortality in patients admitted to the emergency department for SARS-CoV-2 infection[J]. J Leukoc Biol,2025,117(9):qiaf105.

[26] Cui X J,Xie B,Zhu K W,et al. Prognostic value of the platelet, neutrophil, monocyte, basophil, and eosinophil to lymphocyte ratios in patients with severe community-acquired pneumonia (SCAP)[J]. Sci Rep,2024,14(1):30406.

[27] 曲海新,梁俊霞,袁二伟,等. 新生儿呼吸窘迫综合征合并呼吸机相关肺炎患儿预后影响因素及生存预测[J]. 中国妇幼健康研究,2025,36(1):19-24.

[28] 司丽芳,赵莹,刘锋涛. 老年患者脑卒中后康复期肺部感染血清 MIP-1α、HBD3 水平及临床意义[J]. 中国病原生物学杂志,2025,20(2):239-243.

[29] 李卫征,刘伟,武国良,等. 缺血性脑卒中患者并发肺部感染的病原学特点及危险因素分析[J]. 中国病原生物学杂志,2023,18(11):1320-1323.

[30] 王道才,谭美春,施巍,等. 血清 PSGL-1、HPT、sCD14-ST 对重症肺炎患者病情进展和预后评估价值[J]. 临床肺科杂志,2025,30(8):1170-1175.

[31] 董立山,王莉,王磊. 老年社区获得性肺炎患者 HMGB1/TLR4 信号通路表达与疾病进展的关系[J]. 热带医学杂志,2023,23(7):975-978.

(收稿日期:2025-12-25 修回日期:2026-04-28)

(编辑:伍晓敏 陈晶)