

• 呼吸系统疾病的实验室检测专题 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.17.005

基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年社区获得性肺炎患者发生心血管事件的预测模型^{*}

闫竹梅¹, 赵琴¹, 冯辽辽^{2△}

陕西省榆林市中医医院:1. 老年病科;2. 感染性疾病科, 陕西榆林 719200

摘要:目的 基于中性粒细胞计数与淋巴细胞计数比值(NLR)、降钙素原(PCT)、心型脂肪酸结合蛋白(H-FABP)构建老年社区获得性肺炎(CAP)患者发生心血管事件(CVE)的预测模型。方法 选取 2021 年 1 月至 2023 年 1 月该院收治的老年 CAP 患者 260 例作为研究对象。根据住院期间是否发生 CVE 分为 CVE 组和非 CVE 组。收集老年 CAP 患者临床资料,计算 NLR,采用酶联免疫吸附试验检测 PCT、H-FABP 水平。采用 LASSO 回归筛选影响老年 CAP 患者发生 CVE 的因素,将非零特征变量进行多因素非条件 Logistic 回归分析,确定老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素。采用 R 语言构建基于 NLR、PCT、H-FABP 的老年 CAP 患者发生 CVE 的预测模型,采用一致性指数(C-index)、校准曲线、决策曲线和 Hosmer-Lemeshow 检验进行内部验证。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析预测模型对老年 CAP 患者发生 CVE 的预测价值。结果 CVE 组纳入 179 例,非 CVE 组纳入 81 例,CVE 发生率为 68.85%(179/260)。2 组年龄及长期卧床、有吸入性肺炎、有高血压、有冠心病、有慢性心力衰竭、有脑血管疾病、发生意识改变、有胸腔积液占比和 CURB-65 评分、肺炎严重指数(PSI)评分、呼吸频率、血尿素氮水平、乳酸水平、清蛋白水平、NLR、PCT 水平、H-FABP 水平比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。LASSO 回归筛选出 8 个具有非零特征的变量($\lambda = 0.006\ 778\ 715$),分别为年龄、高血压、冠心病、慢性心力衰竭、PSI、NLR、PCT、H-FABP。多因素非条件 Logistic 回归分析结果显示,年龄大、有冠心病、有慢性心力衰竭、PSI 评分高、NLR 升高、PCT 水平升高、H-FABP 水平升高均为老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素($P < 0.05$)。基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的风险与实际发生风险具有较高的一致性。ROC 曲线分析结果显示,取最大约登指数 0.671 时,该预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的曲线下面积为 0.901(95%CI:0.858~0.934),灵敏度和特异度分别为 78.21%、88.89%。结论 NLR 升高、PCT 水平升高、H-FABP 水平升高是老年 CAP 患者发生 CVE 的危险因素,基于 NLR、PCT、H-FABP 构建的老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型具有较高的预测能效。

关键词:老年社区获得性肺炎; 中性粒细胞与淋巴细胞比值; 降钙素原; 心型脂肪酸结合蛋白; 心血管事件; 预测模型

中图法分类号:R563.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)17-2327-08

A predictive model for cardiovascular events in elderly patients with community-acquired pneumonia was constructed based on NLR, PCT and H-FABP^{*}

YAN Zhumei¹, ZHAO Qin¹, FENG Liaoliao^{2△}

1. Department of Geriatrics; 2. Department of Infectious Diseases, Yulin Traditional Chinese Medicine Hospital, Yulin, Shaanxi 719200, China

Abstract: Objective To construct a predictive model for cardiovascular events (CVE) in elderly patients with community-acquired pneumonia (CAP) based on the levels of neutrophil to lymphocyte ratio (NLR), procalcitonin (PCT) and heart-type fatty acid binding protein (H-FABP). **Methods** A total of 260 elderly CAP patients admitted to the hospital from January 2021 to January 2023 were selected as the research subjects. Patients were divided into CVE group and non-CVE group according to whether CVE occurred during hospitalization. Clinical data of elderly CAP patients were collected, NLR was calculated, and the levels of PCT and H-FABP were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. LASSO regression was used to screen the

* 基金项目:陕西省科技计划项目(2020JM1073)。

作者简介:闫竹梅,女,主治医师,主要从事心内科方面的研究。△ 通信作者,E-mail:liaoanewlife9@163.com。

引用格式:闫竹梅,赵琴,冯辽辽.基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年社区获得性肺炎患者发生心血管事件的预测模型[J]. 检验医学与临床,2025,22(17):2327-2334.

factors affecting the occurrence of CVE in elderly CAP patients. The non-zero characteristic variables were subjected to multivariate unconditional Logistic regression analysis to determine the independent risk factors for CVE in elderly CAP patients. R language was used to construct the prediction model of CVE in elderly CAP patients based on NLR, PCT and H-FABP. C-index, calibration curve, decision curve and Hosmer-Lemeshow test were used for internal verification. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of the prediction model for CVE in elderly CAP patients based on NLR, PCT and H-FABP. **Results** CVE group included 179 patients, and non-CVE group included 81 patients, with incidence of CVE of 68.85% (179/260). The age and proportions of patients with long-term bed rest, aspiration pneumonia, hypertension, coronary heart disease, chronic heart failure, cerebrovascular disease, altered consciousness, pleural effusion, as well as CURB-65 score, pneumonia severity index (PSI) score, respiratory rate, blood urea nitrogen level, lactic acid level, albumin level, NLR, PCT level, H-FABP level were compared between the two groups, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). LASSO regression screened 8 variables with nonzero characteristics ($\lambda = 0.006\ 778\ 715$), which were age, hypertension, coronary heart disease, chronic heart failure, PSI, NLR, PCT, H-FABP. Multivariate unconditional Logistic regression analysis showed that older age, coronary heart disease, chronic heart failure, high PSI score, elevated NLR, elevated PCT and elevated H-FABP were independent risk factors for CVE in elderly CAP patients ($P < 0.05$). The prediction model for CVE in elderly CAP patients based on NLR, PCT and H-FABP has a high consistency with the actual risk of CVE in elderly CAP patients. ROC curve analysis showed that when the maximum Youden index was 0.671, the area under the curve of the prediction model for predicting CVE in elderly CAP patients was 0.901 (95% CI: 0.858–0.934), and the sensitivity and specificity were 78.21% and 88.89% respectively. **Conclusion** Elevated NLR, PCT and H-FABP levels are risk factors for CVE in elderly CAP patients. The prediction model for CVE in elderly CAP patients based on NLR, PCT and H-FABP has a high predictive efficiency.

Key words: elderly patients with community-acquired pneumonia; neutrophil to lymphocyte ratio; procalcitonin; heart-type fatty acid-binding protein; cardiovascular event; prediction model

社区获得性肺炎(CAP)是指在院外罹患(包括有明确潜伏期病原体感染后于院内发病)的肺实质炎症,老年人(≥ 65 岁)由于宿主免疫受损、基础疾病多、吞咽功能障碍等原因成为 CAP 发病及住院的主要人群^[1]。尽管相关医疗技术取得显著进展,但老年 CAP 患者病死率依然居高不下,我国老年和高龄 CAP 患者住院病死率分别为 5.7%、11.9%^[2],其中心血管事件(CVE)是导致老年 CAP 患者死亡的重要原因^[3]。因此,及时预测老年 CAP 患者是否发生 CVE 非常重要。炎症反应是 CAP 发生 CVE 的重要机制^[4]。中性粒细胞计数(NEUT)与淋巴细胞计数(LYM)比值(NLR)和降钙素原(PCT)是临床常用的炎症反应标志物,且二者越高表明炎症反应越严重^[5-6]。心型脂脂肪酸结合蛋白(H-FABP)是一种细胞脂蛋白,其水平升高与心肌损伤密切相关^[7]。据报道,NLR、PCT 水平、H-FABP 水平升高是急性心肌梗死患者发生 CVE 的独立危险因素^[8-10]。但关于 NLR、PCT、H-FABP 水平与老年 CAP 患者发生 CVE 的关系报道较少见,因此,本研究基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 的预测模型,以期降低老年 CAP 患者发生 CVE 风险提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1 月至 2023 年 1 月本院收治的老年 CAP 患者 260 例作为研究对象。年龄

65~90 岁,平均(75.66 ± 8.02)岁;女 124 例,男 136 例;临床表现为发热 137 例,咳嗽 224 例,胸痛 17 例,喘息 122 例,发绀 44 例,意识改变 41 例;胸部 X 线片/CT 检查显示,多肺叶浸润 136 例、胸腔积液 92 例。纳入标准:(1)年龄 ≥ 65 岁;(2)符合《成人社区获得性肺炎基层诊疗指南(2018 年)》^[11]中 CAP 诊断标准;(3)临床资料完整。排除标准:(1)医院获得性肺炎;(2)伴血液系统疾病;(3)伴肺结核;(4)先天性肺部发育不良;(5)有精神疾病史或不能配合完成指标检测/量表评估;(6)自身免疫性疾病患者;(7)近 3 个月内有抗炎药物使用史;(8)哺乳期、妊娠期女性;(9)伴先天性心脏病;(10)合并其他细菌、病毒感染;(11)伴恶性肿瘤。所有研究对象及其亲属均知情同意本研究并签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核批准(YLZY YLL-2021-KY-084)。

1.2 方法

1.2.1 NLR 计算及 PCT、H-FABP 水平检测 采集患者入院次日空腹静脉血 4 mL,平均分为 2 份,一份抗凝后使用全自动血液分析仪(日本 HORIBA ABX SAS,型号:ABX Pentra XL 80)检测 NEUT、LYM,计算 NLR, $NLR = NEUT(\times 10^9/L)/LYM(\times 10^9/L)$;另一份经 $1\ 500 \times g$ 离心 15 min 留取血清,采用酶联免疫吸附试验检测 PCT(上海恒斐生物科技有限公司,货号:CSB-E09502h-1)、H-FABP(天津本生健康

科技有限公司,货号;B-1161)水平。

1.2.2 临床资料收集 收集所有 CAP 患者临床资料,包括有无吸烟史、有无饮酒史、是否长期卧床、是否为吸入性肺炎、入院前基础疾病(糖尿病、高血压、冠心病、慢性心力衰竭、慢性肾脏病、脑血管疾病、慢性肝病、慢性阻塞性肺疾病)情况、CURB-65(混乱、尿素氮、呼吸频率、血压、年龄≥65 岁)评分^[12](0~5 分,得分越高表示病情越危重)、肺炎严重指数(PSI)评分(包括 5 个项目共 18 个条目,总分 0~275 分,得分越高表示病情越严重)^[13]、生命体征(呼吸频率、收缩压、体温、心率)和实验室参数(白细胞计数、血小板计数及血尿素氮水平、血红蛋白水平、乳酸水平、清蛋白水平、C 反应蛋白水平)等。

1.3 CVE 判定 老年 CAP 患者入院后按照临床相关指南^[11]进行治疗,根据住院期间是否发生 CVE 将患者分为 CVE 组和非 CVE 组。CVE 包括心脏疾病、脑血管疾病和血栓栓塞疾病相关的事件。(1)心脏疾病相关事件:①心力衰竭或已有心力衰竭加重,有典型心力衰竭体征和(或)症状,且伴随脑利钠肽或 N 末端脑利钠肽前体水平升高;②新发心律失常或已有心律失常加重,包括心房颤动、心室颤动、室性心动过速、室上性心动过速、房性心动过速;③急性心肌梗死。(2)脑血管疾病相关事件:包括新发出血性或缺血性卒中或短暂性脑缺血,通过临床表现并经 CT/MRI 检查确诊;(3)血栓栓塞疾病相关事件:包括深静脉血栓或肺栓塞,经超声多普勒检查或肺动脉造影计算机断层扫描确诊^[14]。

1.4 统计学处理 采用 SPSS28.0 统计软件进行数据处理与统计分析。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。不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。采用 LASSO 回归分析筛选影响老年 CAP 患者发生 CVE 的因素,将非零特征变量进行多因素非条件 Logistic 回归分析,确定老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素。采用 R 语言构建基于 NLR、PCT、H-FABP 的老年 CAP 患者 CVE 预测模型,采用一致性指数(C-index)、校准曲线、决策曲线和 Hosmer-Lemeshow 检验进行内部验证。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型的预测价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CVE 组和非 CVE 组临床资料、NLR 及 PCT、H-FABP 水平比较 CVE 组纳入 179 例,非 CVE 组纳入 81 例,CVE 发生率为 68.85%(179/260)。CVE 组和非 CVE 组年龄、长期卧床、吸入性肺炎、有高血压、有冠心病、有慢性心力衰竭、有脑血管疾病、发生意识改变、有胸腔积液占比和 CURB-65 评分、PSI 评分、呼吸频率、血尿素氮水平、乳酸水平、清蛋白水平、NLR、PCT 水平、H-FABP 水平比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 CVE 组和非 CVE 组临床资料、NLR 及 PCT、H-FABP 水平比较[n(%)或 $\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$]

组别	n	性别		年龄(岁)	吸烟史	
		男	女		有	无
CVE 组	179	94(52.51)	85(47.49)	77.25±7.81	51(28.49)	128(71.51)
非 CVE 组	81	42(51.85)	39(48.15)	72.15±7.39	20(24.69)	61(75.31)
$\chi^2/t/Z$		0.010		4.955	0.406	
P		0.921		<0.001	0.524	

组别	n	饮酒史		长期卧床		吸入性肺炎	
		有	无	是	否	是	否
CVE 组	179	42(23.46)	137(76.54)	20(11.17)	159(88.83)	38(21.23)	141(78.77)
非 CVE 组	81	16(19.75)	65(80.25)	3(3.70)	78(96.30)	7(8.64)	74(91.36)
$\chi^2/t/Z$		0.443		3.858		6.173	
P		0.506		0.049		0.013	

组别	n	合并基础疾病							
		糖尿病	高血压	冠心病	慢性心力衰竭	慢性肾脏病	脑血管疾病	慢性肝病	慢性阻塞性肺病
CVE 组	179	48(26.82)	113(63.13)	93(51.96)	36(20.11)	18(10.06)	49(27.37)	5(2.79)	37(20.67)
非 CVE 组	81	16(19.75)	38(46.91)	24(29.63)	3(3.70)	3(3.70)	10(12.35)	2(2.47)	15(18.52)
$\chi^2/t/Z$		1.499	6.022	11.230	11.775	3.031	7.180	<0.001	0.161
P		0.221	0.014	0.001	0.001	0.082	0.007	>0.999	0.688

续表 1 CVE 组和非 CVE 组临床资料及 NLR、PCT 水平、H-FABP 水平比较[$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]									
组别	n	NLR			PCT($\mu\text{g/L}$)		H-FABP(ng/mL)		
CVE 组	179	6.43(4.81,8.10)			2.11(0.91,3.04)		23.84(16.98,31.13)		
非 CVE 组	81	4.68(3.42,6.16)			1.39(0.66,2.03)		15.73(6.81,24.63)		
$\chi^2/t/Z$		—5.597			—3.759		—5.067		
P		<0.001			<0.001		<0.001		
临床表现									
组别	n	发热	咳嗽	胸痛	喘息	紫绀	意识改变		
CVE 组	179	95(53.07)	152(84.92)	10(5.59)	91(50.84)	35(19.55)	36(20.11)		
非 CVE 组	81	42(51.85)	72(88.89)	7(8.64)	31(38.27)	9(11.11)	5(6.17)		
$\chi^2/t/Z$		0.033	0.738	0.852	3.536	2.827	8.157		
P		0.855	0.390	0.356	0.060	0.093	0.004		
胸部 X 线片/CT 检查结果									
组别	n	有多肺叶浸润	有胸腔积液	CURB-65 评分(分)	PSI 评分 (分)	呼吸频率 ≥ 30 次/min	收缩压 <90 mmHg	体温 ≤ 35 ℃ 或 ≥ 40 ℃	心率 ≥ 125 次/min
CVE 组	179	100(55.87)	74(41.34)	2.00(1.00,2.00)	115.42 $\pm$ 28.50	18(10.06)	2(1.12)	14(7.82)	13(7.26)
非 CVE 组	81	36(44.44)	18(22.22)	2.00(1.75,2.00)	87.68 $\pm$ 27.28	2(2.47)	1(1.23)	2(2.47)	2(2.47)
$\chi^2/t/Z$		2.916	8.915	—1.999	7.366	4.520	—	1.917	1.558
P		0.088	0.003	0.046	<0.001	0.033	—	0.166	0.212
实验室参数									
组别	n	白细胞计数 ($\times 10^9/\text{L}$)	血小板计数 ($\times 10^9/\text{L}$)	血尿素氮 (mmol/L)	血红蛋白 (g/L)	乳酸 (mmol/L)	清蛋白 (g/L)	C 反应蛋白 (mg/L)	
CVE 组	179	13.37 $\pm$ 1.94	168.49 $\pm$ 80.87	11.44 $\pm$ 3.47	99.66 $\pm$ 20.26	3.35 $\pm$ 1.74	31.27 $\pm$ 4.30	130.42 $\pm$ 51.53	
非 CVE 组	81	12.71 $\pm$ 2.80	172.84 $\pm$ 81.12	9.74 $\pm$ 3.66	105.07 $\pm$ 25.33	2.80 $\pm$ 1.10	32.90 $\pm$ 3.56	119.01 $\pm$ 58.14	
$\chi^2/t/Z$		1.920	—0.402	3.579	—1.842	3.102	—2.989	1.588	
P		0.057	0.688	<0.001	0.067	0.002	0.003	0.114	

注:—表示无数据。

2.2 老年 CAP 患者发生 CVE 的变量筛选 以老年 CAP 患者发生 CVE(是=1,否=0)为因变量,表 1 中差异有统计学意义的项目[年龄、长期卧床(是=1,否=0)、吸入性肺炎(是=1,否=0)、高血压(有=1,无=0)、冠心病(有=1,无=0)、慢性心力衰竭(有=1,无=0)、脑血管疾病(有=1,无=0)、意识改变(有=1,无=0)、胸腔积液(有=1,无=0),以及 CURB-65 评分、PSI 评分、呼吸频率、血尿素氮、乳酸、清蛋白、NLR、PCT、H-FABP(均为连续型变量,以原值输入)]为自变量,通过 LASSO 回归筛选出 8 个具

有非零特征的变量($\lambda=0.006\ 778\ 715$),分别为年龄、高血压、冠心病、慢性心力衰竭、PSI 评分、NLR、PCT、H-FABP。见图 1。

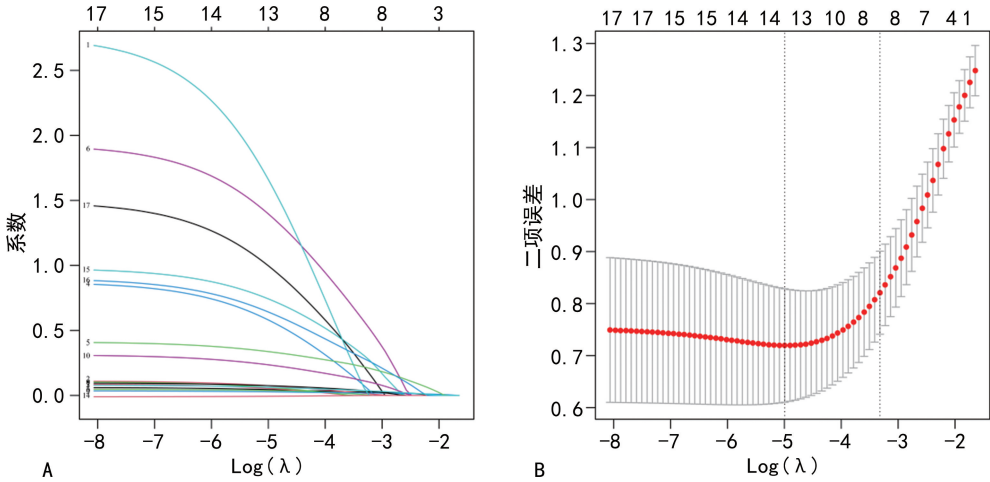
2.3 老年 CAP 患者发生 CVE 的多因素非条件 Logistic 回归分析 将筛选出有意义的变量进行多因素非条件 Logistic 回归分析。结果显示,年龄大、有冠心病、有慢性心力衰竭、PSI 评分高、NLR 升高、PCT 水平升高、H-FABP 水平升高均为老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素($P<0.05$)。见表 2。

表 2 老年 CAP 患者发生 CVE 的多因素非条件 Logistic 回归分析						
变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
年龄	0.070	0.025	7.967	0.005	1.073	1.022~1.126
高血压	0.722	0.380	3.606	0.058	2.059	0.977~4.337
冠心病	0.786	0.357	4.837	0.028	2.195	1.089~4.419
慢性心力衰竭	1.655	0.746	4.926	0.026	5.233	1.214~22.561
PSI 评分	0.030	0.007	18.835	<0.001	1.030	1.017~1.045
NLR	0.404	0.093	18.707	<0.001	1.498	1.247~1.799

续表 2 老年 CAP 患者发生 CVE 的多因素非条件 Logistic 回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
PCT	0.668	0.181	13.631	<0.001	1.950	1.368~2.781
H-FABP	0.075	0.019	15.272	<0.001	1.078	1.038~1.119
常量	-13.076	2.254	33.667	<0.001	—	—

注：—表示无数据。



注:A 为 LASSO 回归路径图;B 为 LASSO 回归交叉验证曲线。

图 1 老年 CAP 患者发生 CVE 的 LASSO 回归筛选变量

2.4 基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 的预测模型 根据表 2 多因素非条件 Logistic 回归确定的老年 CAP 患者发生 CVE 独立危险因素建立回归方程 $[\text{Logit}(P)=-13.076+0.070X_{\text{年龄}}+0.786X_{\text{冠心病}}+1.655X_{\text{慢性心力衰竭}}+0.030X_{\text{PSI 评分}}+0.404X_{\text{NLR}}+0.668X_{\text{PCT}}+0.075X_{\text{H-FABP}}]$ 。R 语言 regplot 包构建基于 NLR、PCT 水平、H-FABP 水平的老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型,经 1 000 次 Bootstrap 自抽样内部验证,该预测模型的 C-index 为 0.901 (95%CI:0.896~0.905),校准曲线与理想曲线贴合度良好。决策曲线接近高于 2 条极端曲线,Hosmer-Lemeshow 检验 $\chi^2=3.570,P=0.894$ 。说明基于 NLR、PCT、H-FABP 水平构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的风险与实际发生风险具有较高的一致性。见图 2、3、4。

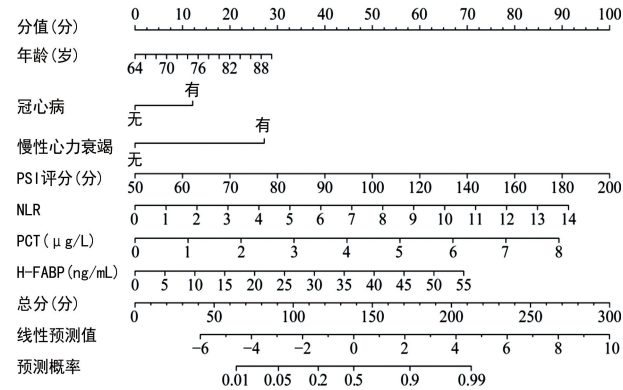


图 2 基于 NLR、PCT、H-FABP 构建的老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型

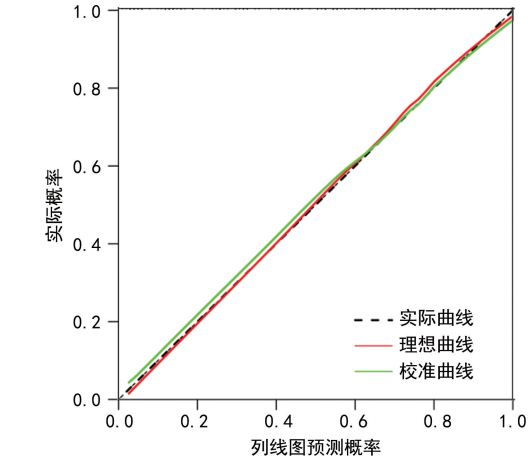


图 3 基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型的校准曲线

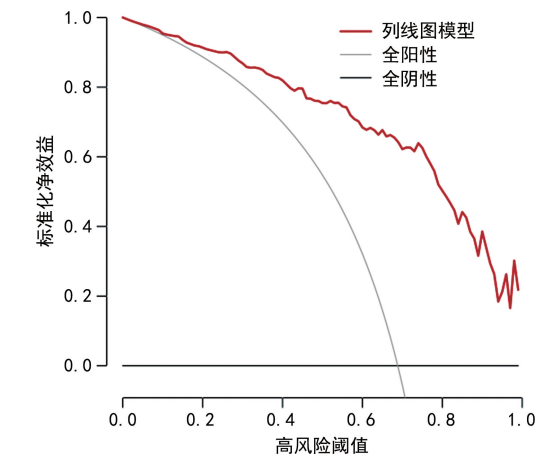


图 4 基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型的决策曲线

2.5 预测模型对老年 CAP 患者发生的预测价值 以 CVE 组为阳性对照,非 CVE 组为阴性对照绘制 ROC 曲线。结果显示,取最大约登指数 0.671 时,该预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的曲线下面积为 0.901(95%CI:0.858~0.934),灵敏度和特异度分别为 78.21%、88.89%。见图 5。

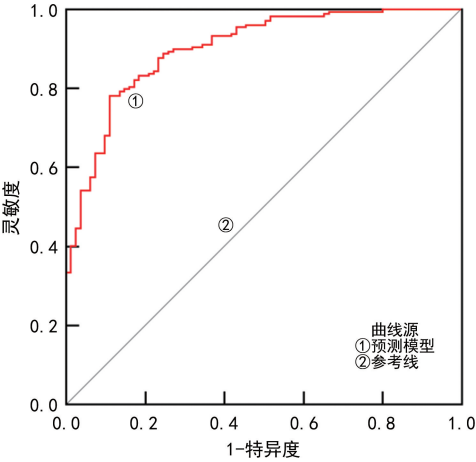


图 5 预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的 ROC 曲线

3 讨 论

心血管疾病是人类健康的“头号杀手”,2019 年全球约有 1 790 万人死于心血管疾病,占全球总死亡人数的 32%,即每 3 个死亡病例中就有 1 例因心血管疾病死亡,我国则每 5 例死亡病例中就有 2 例因心血管疾病死亡,心血管疾病负担严峻^[15-16]。既往研究表明,肺炎患者 CVE 风险显著增加,而老年 CAP 患者则因高龄、致病菌复杂、基础疾病、免疫功能低下、多病共存等因素的影响,发生 CVE 风险较非 CAP 老年人增加 4 倍,不仅会显著增加机械通气率、重症监护室入住率、延长住院时间,还会显著增加短期和长期病死率^[3,17]。目前老年 CAP 患者发生 CVE 尚缺乏公认可靠的指标或评分,因此,有必要探索影响老年 CAP 患者发生 CVE 的因素,并基于此建立预测模型,以指导临床采取有效的预防和治疗措施。

炎症反应是 CAP 患者 CVE 发生的重要机制,病原菌侵入肺部引发感染后,可引起全身炎症反应增强,炎症因子水平升高,并加剧动脉内皮损伤和动脉粥样硬化,增加 CVE 风险,同时炎症也能通过进一步破坏心脏的结构和功能,从而加重现有心脏疾病^[4]。中性粒细胞和淋巴细胞在炎症反应中扮演着重要角色,中性粒细胞是机体对细菌感染的首要反应者,它们通过吞噬作用和释放酶类、氧自由基等物质来清除病原体,并引发局部炎症反应。淋巴细胞是参与炎症反应的特异性免疫应答者,能通过识别抗原并释放细胞因子、产生特异性抗体对抗病原体等以促进病原体清除。中性粒细胞和淋巴细胞的相互作用能确保免疫调节的稳定性,但若平衡打破则会引起过度炎症,NLR 则是基于中性粒细胞和淋巴细胞得到的一种反

映抗炎和炎症平衡状态的标志物,其值越高表明炎症反应越严重^[5]。既往研究报道,NLR 升高是 CAP 患者病情程度加重和预后不良的重要影响因素^[18]。同时有学者也指出 NLR 升高与 CVE 发生密切相关,如罗荣等^[19]指出,NLR 升高为急性 ST 段抬高心肌梗死患者介入术后发生 CVE 的独立预测因子;刘倩等^[20]指出,NLR 升高为中重度急性一氧化碳中毒心肌损伤患者院内发生 CVE 的独立预测因子。本研究结果显示,NLR 升高为老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素($P>0.05$),也说明 NLR 升高会增加老年 CAP 患者发生 CVE 的风险。其原因可能是,NLR 升高反映了机体的炎症和免疫失衡状态,即中性粒细胞增多伴随淋巴细胞减少,过度炎症反应可损伤血管内皮和促进动脉粥样硬化形成,影响多个器官血流灌注而增加发生 CVE 的风险;同时 NLR 升高增加的炎症反应能通过损伤心肌细胞、促进心肌纤维化、诱导细胞凋亡等加剧心损伤,导致 CVE 风险增加^[21]。

PCT 是一种蛋白质前体,健康状态下通常由甲状腺 C 细胞产生,水平通常低于 0.05 $\mu\text{g/L}$,当机体受到损伤、感染、炎症等刺激后,肝脏、肺部等多个器官或组织均可产生 PCT,因此 PCT 水平升高与感染和炎症反应密切相关,是诊断感染性疾病的重要标志物^[6]。既往研究表明,PCT 有助于肺结核与 CAP 鉴别,且对 CAP 具有一定的诊断价值^[22],同时 PCT 水平升高还与老年 CAP 合并心力衰竭患者病情加重和预后不良密切相关^[23]。同时有研究也表明,PCT 水平升高与发生 CVE 密切相关,如王军等^[24]指出,血清 PCT 水平升高是冠心病患者发生 CVE 的独立预测因子;王方圆等^[25]指出,血清 PCT 水平升高是老年糖尿病患者感染奥密克戎变异株住院期间发生 CVE 的独立预测因子。本研究结果显示,PCT 水平升高为老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素($P<0.05$),也说明 PCT 水平升高会增加老年 CAP 患者发生 CVE 的风险。其原因可能是,PCT 水平升高反映了感染加重和炎症反应加剧,感染加重可进一步增强全身炎症反应,加剧炎症反应对老年 CAP 患者血管内皮的损伤和动脉血栓形成,增加 CVE 风险,同时感染和炎症反应增强也会加剧对心脏的直接损伤,导致 CVE 风险增加^[26]。

H-FABP 是主要由心肌细胞表达和产生的一种小分子蛋白,在心脏中起到脂肪酸运输的作用,参与心肌细胞内脂肪酸的摄取、运输和代谢,对维持心肌细胞的能量供给至关重要;当心肌细胞因缺血、缺氧、炎症反应等受到损伤时,H-FABP 会迅速释放入血液,因此血清中 H-FABP 水平升高可反映心肌损伤^[7]。既往研究证实,血清 H-FABP 水平是急性心肌

梗死、心力衰竭等心脏疾病诊断、病情程度及预后评估的可靠指标^[27]。郭文秀等^[28]指出,血清 H-FABP 水平升高与新型冠状病毒感染患者病情程度加重有关。MARTIN 等^[29]指出,血清 H-FABP 水平升高与 CAP 患者心肌损伤和病死率增加有关。本研究结果显示,H-FABP 水平升高为老年 CAP 患者发生 CVE 的独立危险因素($P<0.05$),说明 H-FABP 水平升高会增加老年 CAP 患者发生 CVE 的风险。其原因可能是,H-FABP 水平升高反映老年 CAP 患者存在心肌损伤,CAP 引起的全身性炎症和感染可以加重心肌负担,进而导致 H-FABP 释放增加,H-FABP 水平越高表明心肌损伤越严重,从而增加老年 CAP 患者 CVE 风险。

本研究还发现,年龄大、有冠心病、有慢性心力衰竭、PSI 评分高是老年 CAP 患者发生 CVE 的危险因素,这与既往研究报道结果相符^[3]。其原因可能与这些因素加重了心血管系统的负担有关,高龄患者心血管功能减弱,动脉硬化和血管弹性差会增加 CVE 风险;冠心病和慢性心力衰竭本身就使心脏处于高负荷状态,炎症、缺氧及感染引发的全身应激会进一步加重心肌损伤,导致发生 CVE 风险增加。PSI 评分高表示 CAP 病情严重,提示全身炎症反应强烈、低氧血症和多器官功能不全,均能增加发生 CVE 的风险。列线图是一种基于统计模型的图表工具,用于个体化风险预测和临床决策,其通过将多个变量的回归系数转换为可视化的评分系统,便于直观地估算某一患者发生特定事件的概率,由于其能够将复杂的统计模型应用于个体化风险评估,因此广泛用于疾病风险预测,特别是在医疗领域^[30]。本研究基于 NLR、PCT、H-FABP 构建老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型。结果显示,该预测模型的 C-index 为 0.901,表明模型具有较高的区分能力;校准曲线与理想曲线贴合度良好,说明模型预测值与实际发生率高度一致,具有良好的校准能力;决策曲线接近高于 2 条极端曲线,表明该模型在不同风险阈值下具有较高的临床净收益;Hosmer-Lemeshow 检验 $P>0.05$,表明模型拟合度良好,没有显著偏差;ROC 曲线分析结果显示,该预测模型预测老年 CAP 患者发生 CVE 的曲线下面积为 0.901,表明模型的预测能效较高。这些结果表明该预测模型在准确性、可靠性和临床应用价值方面表现出色。

综上所述,基于 NLR、PCT、H-FABP 构建的老年 CAP 患者发生 CVE 预测模型对老年 CAP 患者发生 CVE 的预测能效较高。但本研究仍存在一些不足:首先,研究仅在单中心进行,可能会限制结果的广泛适用性;其次,NLR、PCT、H-FABP 对老年 CAP 患者 CVE 的影响仅限于临床研究;最后,模型未考虑所

有潜在的混杂因素,且缺乏外部验证。未来还需扩大样本量,增加多中心研究,纳入更多临床变量,优化模型的多维预测能力,提升其临床应用价值。

参考文献

- [1] 杨梦,黄怡.老年人社区获得性肺炎的综合预防措施研究进展[J].中华老年多器官疾病杂志,2023,22(4):317-320.
- [2] 中华医学会急诊医学分会,中国老年社区获得性肺炎急诊诊疗专家共识组.中国老年社区获得性肺炎急诊诊疗专家共识[J].中华急诊医学杂志,2023,32(10):1319-1327.
- [3] HAN X D, CHEN L, LI H, et al. Prognostic factors for cardiovascular events in elderly patients with community acquired pneumonia: results from the CAP-China network [J]. Clin Interv Aging, 2022, 17: 603-614.
- [4] 滕竹,周萍,张一娜.社区获得性肺炎与心血管事件相关性的研究进展[J].心血管康复医学杂志,2023,32(3):304-308.
- [5] 牛蕊杰,ABOUDJUMBE A M,胡郑浩,等.中性粒细胞-淋巴细胞比值在中国成年人中的分布及其影响因素[J].临床医学进展,2023,13(3):4984-4994.
- [6] 降钙素原在儿童下呼吸道感染临床应用专家共识组.降钙素原在儿童下呼吸道感染临床应用专家共识(2022 版)[J].中华急诊医学杂志,2022,31(12):1578-1587.
- [7] PAREKUMBEL V A, RAJKUMAR R, DINESH R D, et al. Association of H-FABP with cardiovascular events: a systematic review[J]. J Cardiovasc Thorac Res, 2024, 16(2): 77-87.
- [8] 林芳,李寒雪,张琳,等.老年急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后不良心血管事件影响因素分析及列线图预测模型建立[J].中国动脉硬化杂志,2024,32(4):319-324.
- [9] 李玉涛,崔宏海,陈炳光.基于 ROC 和 DCA 曲线分析 NT-proBNP、hs-CRP、D-D、PCT 预测急性心肌梗死后并发心力衰竭的效能[J].国际检验医学杂志,2024,45(6):686-691.
- [10] 邢孔玉,凌学斌,高飞,等. Lp-PLA2、H-FABP、Cx43 水平与 PCI 后 AMI 患者预后及 MACE 风险的相关性[J].临床和实验医学杂志,2023,22(3):250-254.
- [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] LIM W S, VAN DER EERDEN M M, LAING R, et al. Defining community acquired pneumonia severity on presentation to hospital: an international derivation and validation study[J]. Thorax, 2003, 58(5): 377-382.
- [13] FINE M J, AUBLE T E, YEALY D M, et al. A prediction rule to identify low-risk patients with community-acquired pneumonia[J]. N Engl J Med, 1997, 336(4): 243-250.
- [14] 陈亮,韩秀迪,李艳丽,等.社区获得性肺炎住院患者发生心血管事件的危险因素分析[J].中华心血管病杂志,

2020,48(3):228-235.

[15] LI Y,CAO G Y,JING W Z,et al. Global trends and regional differences in incidence and mortality of cardiovascular disease,1990-2019;findings from 2019 global burden of disease study[J]. Eur J Prev Cardiol,2023,30(3):276-286.

[16] 中国心血管健康与疾病报告编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2022》概要[J]. 中国介入心脏病学杂志,2023,31(7):485-508.

[17] TRALHÃO A,PÓVOA P. Cardiovascular events after community-acquired pneumonia; a global perspective with systematic review and Meta-analysis of observational studies[J]. J Clin Med,2020,9(2):414.

[18] 薛华蓉,刘丽艳. 高龄社区获得性肺炎患者血清可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体、正五聚蛋白 3、中性粒细胞与淋巴细胞比值检测及与病情严重程度及预后的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志,2024,23(2):87-92.

[19] 罗荣,盛建龙. NLR 及 OPT-CAD 评分在急性 STEMI 介入术后发生心血管不良事件的预测价值[J]. 心血管病防治知识,2024,14(6):6-10.

[20] 刘倩,肖青勉,韩永燕,等. NLR 联合 sST2 对中重度急性 CO 中毒心肌损伤患者发生院内心血管不良事件的预测价值[J]. 中华危重病急救医学,2021,33(9):1088-1093.

[21] 张楠,陆莹. 中性粒细胞和淋巴细胞比值与心血管疾病关系研究的进展[J]. 心血管康复医学杂志,2023,32(1):69-72.

[22] 刘玉梅,王栋. WBC、CRP、SAA、PCT 和 ESR 在肺结核与社区获得性肺炎鉴别诊断中的应用[J]. 标记免疫分析与临床,2023,30(9):1527-1530.

[23] 吴月红,鞠阳,边缓缓,等. BNP、PCT 水平对老年社区获

得性肺炎合并心力衰竭患者病情及近期预后的影响[J]. 河北医药,2023,45(20):3066-3070.

[24] 王军,毛勇,朱能前,等. 冠心病患者血清 cTnI、Mb、PCT 变化及与预后的关系[J]. 分子诊断与治疗杂志,2023,15(10):1715-1719.

[25] 王方圆,杨荣礼,李胜利,等. C 反应蛋白、降钙素原联合中性粒细胞/淋巴细胞比值对老年糖尿病患者感染奥密克戎变异株住院期间发生主要心血管不良事件的预测价值[J]. 中华老年多器官疾病杂志,2023,22(12):919-923.

[26] OZBAY S, AYAN M, OZSOY O, et al. Diagnostic and prognostic roles of procalcitonin and other tools in community-acquired pneumonia; a narrative review[J]. Diagnostics (Basel),2023,13(11):1869.

[27] REZAR R, JIRAK P, GSCHWANDTNER M, et al. Heart-type fatty acid-binding protein (H-FABP) and its role as a biomarker in heart failure; what do we know so far? [J]. J Clin Med,2020,9(1):164.

[28] 郭文秀,王海龙,王斗斗. 心肌型脂肪酸结合蛋白与新型冠状病毒肺炎轻重症的相关性[J]. 临床荟萃,2022,37(12):1104-1107.

[29] MARTIN L I, MAGGI G, DIAZ E, et al. A multicentric observational study to determine myocardial injury in severe community-acquired pneumonia (sCAP)[J]. Antibiotics(Basel),2023,12(12):1710.

[30] 王佳佳,方敏,李芝乐,等. 列线图在心血管疾病中的应用与研究进展[J]. 临床医学进展,2023,13(7):11615-11620.

(收稿日期:2024-10-15 修回日期:2025-05-06)

(上接第 2326 页)

[11] NIU H C, WANG Q, ZHAO W G, et al. IL-1 β /IL-1R1 signaling induced by intranasal lipopolysaccharide infusion regulates alpha-synuclein pathology in the olfactory bulb, substantia nigra and striatum [J]. Brain Pathol, 2020,30(6):1102-1118.

[12] LEE H R, JEONG Y J, LEE J W, et al. Tannic acid, an IL-1 β -direct binding compound, ameliorates IL-1 β -induced inflammation and cartilage degradation by hindering IL-1 β -IL-1R1 interaction [J]. PLoS One, 2023, 18 (4): e0281834.

[13] 邹蓉. 肺炎支原体肺炎患儿血清 IL-1R1、HMGB1、炎症细胞因子水平及其临床意义[J]. 中国现代医学杂志, 2021,31(12):7-11.

[14] 陈霏,王碧. 血清 PDGF 及 SDF-1 水平与急性脑梗死患者脑侧支循环建立的相关性研究[J]. 现代检验医学杂志, 2020,35(1):82-85.

[15] MUSSINI C, COZZI-LEPRI A, MENOZZI M, et al. Better prognosis in females with severe COVID-19 pneumonia: possible role of inflammation as potential mediator [J]. Clin Microbiol Infect,2021,27(8):1137-1144.

[16] YI D, LIU B, WANG T, et al. Endothelial autocrine signaling through CXCL12/CXCR4/FoxM1 axis contributes

to severe pulmonary arterial hypertension[J]. Int J Mol Sci,2021,22(6):3182.

[17] 孙澜,马吉芳,崔乃凡. 慢性阻塞性肺疾病并发肺动脉高压患者血清 CCL28 和 SDF-1 表达水平及临床意义[J]. 现代检验医学杂志,2023,38(1):140-146.

[18] 陈浩俊,祝国,李红,等. 单核淋巴细胞比值和红细胞分布宽度在儿童社区获得性肺炎中的临床价值[J]. 微循环学杂志,2020,30(3):56-59.

[19] 苏国德,彭效芹,毕颖,等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值在儿童难治性肺炎支原体肺炎中的诊断及预测价值[J]. 徐州医科大学学报,2022,42(9):672-676.

[20] 苏娟,石岳飞,张惠林. 肝硬化并肺部感染患者血清 PCT、CRP、WBC 的表达水平及临床意义[J]. 贵州医药,2022,46(1):29-30.

[21] 徐永兰,吴红玲,唐瑞芳. 急性卒中患者细菌性肺炎危险因素及早期血清 PCT 对细菌性肺炎及脓毒症分级的预测价值分析[J]. 解放军医药杂志,2019,31(2):68-71.

[22] 崔柳君,李琴,张群. 老年社区获得性肺炎严重程度与 LDH 及中医证型的相关性研究[J]. 中国中医急症, 2022,31(10):1787-1790.

(收稿日期:2024-11-20 修回日期:2025-05-19)