DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250022

·专题报道·

重症监护病房脑卒中患者经外周静脉置入中心静脉导管堵塞风险预测模型的构建及验证

谢　珊[△]，彭　瑾[△]，查　益，姚高玲，沙　赛，王　琴，于龙娟[*]
海军军医大学（第二军医大学）第一附属医院脑血管病中心，上海 200433

［摘要］ **目的**　探讨 ICU 脑卒中患者经外周静脉置入中心静脉导管（PICC）堵塞的危险因素，并建立及验证其风险预测模型。**方法**　回顾性连续纳入 2022 年 1 月至 2024 年 8 月我院脑血管病中心 ICU 收治的 PICC 置管的脑卒中患者 289 例，其中 2022 年 1 月至 2023 年 9 月的 202 例为建模组，2023 年 10 月至 2024 年 8 月的 87 例为验证组。按照有无 PICC 堵塞事件分为堵塞组和无堵塞组，采用多因素 logistic 回归分析筛选 PICC 堵塞的危险因素并构建风险预测模型，采用 ROC 曲线评估模型的区分度。**结果**　多因素 logisitic 回归分析显示，患侧穿刺、有糖尿病史、D- 二聚体升高是 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的独立危险因素，构建的预测模型为 Logit*P*＝－4.733＋1.324× 穿刺部位＋1.185× 糖尿病史＋0.618×D- 二聚体，Hosmer-Lemeshow 检验提示模型有较高的拟合优度（*P*＝0.761）。在建模组，该预测模型的 AUC 值为 0.840（95%*CI* 0.747～0.933），灵敏度为 0.731，特异度为 0.875。利用验证组数据对模型进行内部验证，其 AUC 值为 0.873（95%*CI* 0.759～0.987），灵敏度为 0.833，特异度为 0.867。**结论**　患侧穿刺、有糖尿病史、D- 二聚体升高是 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的独立危险因素，建立的风险预测模型具有较好的判别度，可为临床预防 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞提供依据。

［关键词］ 重症监护病房；脑卒中；经外周静脉置入中心静脉导管；危险因素；预测模型
［引用本文］ 谢珊，彭瑾，查益，等. 重症监护病房脑卒中患者经外周静脉置入中心静脉导管堵塞风险预测模型的构建及验证［J］. 海军军医大学学报，2025，46（12）：1558-1565. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250022.

Construction and validation of a risk prediction model for peripherally inserted central catheter occlusion in intensive care unit stroke patients

XIE Shan[△], PENG Jin[△], ZHA Yi, YAO Gaoling, SHA Sai, WANG Qin, YU Longjuan[*]
Neurovascular Center, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

［**Abstract**］ **Objective**　To identify risk factors of peripherally inserted central catheter (PICC) occlusion in intensive care unit (ICU) patients with stroke and to construct and validate a corresponding risk prediction model. **Methods**　A total of 289 stroke patients who underwent PICC placement and were admitted to the ICU of the Neurovascular Center in our hospital from Jan. 2022 to Aug. 2024 were retrospectively enrolled. Among them, 202 patients admitted between Jan. 2022 and Sep. 2023 were included in modeling group, and 87 patients admitted between Oct. 2023 and Aug. 2024 were included in validation group. According to the occurrence of PICC occlusion, the patients were assigned to occlusion group or non-occlusion group. Multivariate logistic regression analysis was used to identify risk factors for PICC occlusion and to construct a risk prediction model. The discriminative performance of the model was evaluated using receiver operating characteristic curve analysis. **Results**　Multivariate logistic regression analysis revealed that puncture on the affected side, diabetes mellitus, and elevated D-dimer were independent risk factors for PICC occlusion in ICU stroke patients. The constructed prediction model was: Logit*P*＝－4.733＋1.324×site of puncture＋1.185×diabetes mellitus＋0.618×D-dimer. Hosmer-Lemeshow test indicated good model calibration (*P*＝0.761). In the modeling group, the area under curve (AUC) value was 0.840 (95% confidence interval［*CI*］0.747-0.933), with a sensitivity of 0.731 and a specificity of 0.875. In the validation group, the AUC value was 0.873 (95%*CI* 0.759-0.987), with a sensitivity of 0.833 and a specificity of 0.867. **Conclusion**　Puncture on the affected side, diabetes mellitus, and elevated D-dimer are independent risk factors for PICC occlusion in ICU stroke patients. The developed risk prediction model has good discriminative ability and may serve as a basis for clinical prevention and management of PICC occlusion in ICU stroke patients.

［收稿日期］ 2025-01-10　　［接受日期］ 2025-09-22
［作者简介］ 谢　珊，护师. E-mail: 1833684105@qq.com；彭　瑾，主管护师. E-mail: 657583108@qq.com
[△]共同第一作者（Co-first authors）.
[*]通信作者（Corresponding author）. E-mail: 13651896954@163.com

［**Key words**］ intensive care unit; stroke; peripherally inserted central catheters; risk factors; prediction model
［**Citation**］ XIE S, PENG J, ZHA Y, et al. Construction and validation of a risk prediction model for peripherally inserted central catheter occlusion in intensive care unit stroke patients[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(12): 1558-1565. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250022.

脑卒中是我国致死率居首位的脑血管疾病，其重症患者因存在严重脑代谢障碍，常需长期输注高渗性、高刺激性药液及肠外营养制剂等特殊治疗液体[1-3]。临床观察发现，此类药物易导致外周静脉炎、血管硬化及组织坏死等并发症[4]，不仅严重影响急救药物输注效率，还可能加重神经系统损伤。因此，建立安全可靠的中长期静脉通路已成为重症脑卒中治疗的关键环节。

经外周静脉置入中心静脉导管（peripherally inserted central catheter，PICC）凭借对血管刺激性弱、平均留置时间长等优势[5-6]，目前已成为 ICU 静脉通路管理的首选方案。但相关研究数据显示，PICC 堵塞发生率高达 47.37%[7]，由此导致的非计划拔管率高达 34.8%，同时还可能继发感染及血栓形成等不良事件[8-9]，对患者预后产生显著负面影响。

当前，关于 PICC 堵塞的研究多集中于肿瘤化疗及新生儿群体的危险因素分析，风险预测相关研究也侧重于肿瘤患者[10-11]，针对 ICU 脑卒中患者这一特殊人群的 PICC 堵塞风险预测模型尚处于空白状态。基于上述现状，本研究拟构建并验证 ICU 脑卒中患者 PICC 堵塞风险预测模型，以期为建立具有临床实用性的风险评估体系及早期干预提供循证依据。

1　资料和方法

1.1　*研究对象*　连续纳入 2022 年 1 月至 2024 年 8 月我院脑血管病中心 ICU 收治的 289 例脑卒中患者，其中 2022 年 1 月至 2023 年 9 月的 202 例为建模组，2023 年 10 月至 2024 年 8 月的 87 例为验证组（用于内部验证）。纳入标准：（1）符合脑卒中诊断标准[12]；（2）入住 ICU；（3）在我院住院期间置入 PICC；（4）年龄≥18 岁。排除标准：（1）有全身重症感染者；（2）合并严重的重要脏器、造血或免疫系统等疾病者；（3）有恶性肿瘤病史者；（4）有精神疾病者。本研究通过我院伦理委员会审核批准（CHEC2023-061）。

1.2　*研究方法*

1.2.1　*资料收集*　通过系统性文献研究，检索中心静脉导管、PICC 堵塞相关研究[13-17]。组建多学科德尔菲专家小组（包括 1 名脑血管病中心副主任医师、1 名重症医学科副主任护师、2 名输液护理学会认证静脉治疗专家、2 名 PICC 专科护士），进行 2 轮改良德尔菲法论证，最终确定以下预测变量。（1）一般资料：包括性别、年龄、疾病类型、BMI、导管类型、置管时间、穿刺次数、穿刺部位、封管溶液、冲/封管技术规范、是否输注易沉淀/黏稠药物、是否持续用药、有无糖尿病史、近 1 个月是否有手术史、有无高血压病史、有无静脉血栓栓塞病史。（2）实验室指标：包括 D- 二聚体、纤维蛋白原、凝血酶原、活化部分凝血活酶时间。所有患者资料均通过院内信息系统回顾性采集。对 2 名数据采集人员培训数据收集的方法与要求后，实行双人核对与录入（每录入 100 例患者信息抽取 20% 进行复核）。对于数据缺失项≥1 的样本或重复数据进行剔除，以确保资料收集的完整性与正确性。

1.2.2　*PICC 堵塞判定标准*　在导管无打折、弯曲、挤压的前提下，满足以下任意一项即可判定为 PICC 堵塞：（1）血液无法抽出或回流缓慢；（2）使用 0.9% 氯化钠溶液脉冲式冲管时有明显阻力或液体无法输入；（3）使用 0.9% 氯化钠溶液脉冲式冲管后，将输液调节器调至最大，输液速度仍＜60 滴 /min；（4）电子输液泵频繁报警堵塞[18]。

1.3　*统计学处理*　采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。非正态分布的计量资料以 M（Q_1，Q_3）表示，组间比较采用秩和检验；计数资料以例数和百分数表示，组间比较采用 χ^2 检验。检验水准（α）为 0.05。通过多因素 logistic 回归方法构建风险预测模型。运用 Hosmer-Lemeshow 检验检测回归方程的拟合优度，P＞0.05 提示预测模型具有较好的校准能力。采用 ROC 曲线评估模型的区分度，AUC 值＞0.7 表明模型具有较高的预测价值。运用 R 4.3.3 软件对风险预测模型进行列线图可视化分析，以展示发生风险。

2　结　果

2.1　*PICC 堵塞发生情况*　入组 289 例患者中有

38 例发生了 PICC 堵塞，发生率为 13.15%，其中完全堵塞 7 例，部分堵塞 31 例。

2.2　PICC 堵塞的影响因素分析　将建模组患者按照有无 PICC 堵塞事件分为堵塞组（26 例）和无堵塞组（176 例），对发生 PICC 堵塞的影响因素进行单因素分析，结果显示两组间性别、穿刺部位、糖尿病史、持续用药时间、D- 二聚体等差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。见表 1。

表 1　建模组 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞影响因素的单因素分析

Tab 1　Univariate analysis of influencing factors for PICC occlusion in ICU stroke patients of modeling group

Factor	Occlusion group $N=26$	Non-occlusion group $N=176$	Statistic	P value
Gender, *n* (%)			$\chi^2=5.147$	0.023
Male	23 (88.5)	117 (66.5)		
Female	3 (11.5)	59 (33.5)		
Age/year, M (Q_1, Q_3)	68.0 (58.0, 73.3)	68.0 (57.0, 78.0)	$Z=-0.295$	0.768
Type of disease, *n* (%)			$\chi^2=0.012$	0.915
Hemorrhagic stroke	8 (30.8)	56 (31.8)		
Ischemic stroke	18 (69.2)	120 (68.2)		
Body mass index, *n* (%)			$\chi^2=0.019$	0.890
<24 kg•m^{-2}	11 (42.3)	99 (56.2)		
≥ 24 kg•m^{-2}	15 (57.7)	77 (43.8)		
Catheter type, *n* (%)			$\chi^2=3.462$	0.063
Three-way valve PICC catheter (single-lumen)	9 (34.6)	33 (18.8)		
Power PICC catheterr (single-lumen)	17 (65.4)	143 (81.2)		
Time of placement, *n* (%)			$\chi^2=3.604$	0.058
<2 weeks	14 (53.8)	127 (72.2)		
≥ 2 weeks	12 (46.2)	49 (27.8)		
Number of punctures, *n* (%)			$\chi^2=0.143$	0.706
<2	20 (76.9)	141 (80.1)		
≥ 2	6 (23.1)	35 (19.9)		
Site of puncture, *n* (%)			$\chi^2=9.947$	0.002
Affected side	16 (61.5)	53 (30.1)		
Healthy side	10 (38.5)	123 (69.9)		
Diabetes mellitus, *n* (%)			$\chi^2=5.904$	0.015
Yes	18 (69.2)	77 (43.8)		
No	8 (30.8)	99 (56.2)		
Hypertension, *n* (%)			$\chi^2=2.584$	0.120
Yes	24 (92.3)	139 (79.0)		
No	2 (7.7)	37 (21.0)		
Venous thromboembolism, *n* (%)			$\chi^2=1.137$	0.340
Yes	1 (3.8)	2 (1.1)		
No	25 (96.2)	174 (98.9)		
History of recent surgery, *n* (%)			$\chi^2=1.551$	0.213
Yes	14 (53.8)	72 (40.9)		
No	12 (46.2)	104 (59.1)		
Prone to precipitation/viscous drugs, *n* (%)			$\chi^2=0.337$	0.656
Yes	16 (61.5)	119 (67.6)		
No	10 (38.5)	57 (32.4)		
Duration of medication, *n* (%)			$\chi^2=4.257$	0.039
<8 h	4 (15.4)	63 (35.8)		
≥ 8 h	22 (84.6)	113 (64.2)		
Standardized flushing/sealing, *n* (%)			$\chi^2=1.034$	0.424
Yes	23 (88.5)	141 (80.1)		
No	3 (11.5)	35 (19.9)		
Seal solution, *n* (%)			$\chi^2=2.171$	0.141
Routine flushing (normal saline)	7 (26.9)	27 (15.3)		
Routine flushing＋heparin dilution sealing	19 (73.1)	149 (84.7)		
D-dimer/(mg•L^{-1}), M (Q_1, Q_3)	2.4 (1.4, 3.6)	0.6 (0.4, 1.3)	$Z=-5.816$	<0.001
Prothrombin time/s, M (Q_1, Q_3)	14.1 (13.3, 15.2)	13.5 (12.9, 14.6)	$Z=-1.945$	0.052
Fibrinogen/(g•L^{-1}), M (Q_1, Q_3)	4.2 (3.1, 5.1)	3.7 (2.9, 4.9)	$Z=-0.800$	0.424
APTT/s, M (Q_1, Q_3)	35.4 (32.4, 37.6)	33.0 (29.4, 36.4)	$Z=-1.348$	0.178

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter; APTT: Activated partial prothrombin time.

2.3　发生 PICC 堵塞的多因素 logistic 回归分析与交互效应分析　将是否发生 PICC 堵塞作为因变量（否＝0，是＝1），单因素分析中有统计学意义的变量作为自变量纳入多因素 logistic 回归分析。结果显示，患侧穿刺、有糖尿病史、D- 二聚体升高是 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的独立危险因素（表 2）。根据多因素 logistic 回归分析结果，将 3 项独立危险因素进行交互效应分析，结果显示穿刺部位－糖尿病史、穿刺部位 -D- 二聚体、D- 二聚体－糖尿病史、D- 二聚体－糖尿病史－穿刺部位交互效应均有统计学意义（均 $P<0.05$，表 3）。

表 2　ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的多因素 logistic 回归分析

Tab 2　Multivariate logistic regression analysis of PICC occlusion in ICU stroke patients

Variable	*b*	*SE*	Wald	*P* value	*OR* (95%*CI*)
Gender (male vs female)	－0.911	0.680	1.792	0.181	0.402 (0.106, 1.526)
Site of puncture (affected side vs healthy side)	1.324	0.499	7.031	0.008	3.757 (1.412, 9.995)
Diabetes mellitus (yes vs no)	1.185	0.528	5.041	0.025	3.270 (1.162, 9.200)
Duration of medication (≥8 h vs ＜8 h)	0.913	0.649	1.978	0.160	2.491 (0.698, 8.891)
D-dimer	0.618	0.149	17.226	＜0.001	1.855 (1.386, 2.484)
Constant	－4.733	0.846	31.302	＜0.001	

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; 95%*CI*: 95% confidence interval.

表 3　ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞独立危险因素的交互效应分析

Tab 3　Analysis of interaction effects of independent risk factors for PICC occlusion in ICU stroke patients

Interaction term	*b*	*SE*	Wald	*P* value	*OR* (95%*CI*)
Site of puncture-diabetes mellitus	－0.971	0.349	7.753	0.005	0.379 (0.191, 0.750)
Site of puncture-D-dimer	－1.389	0.428	10.529	0.001	0.249 (0.108, 0.577)
D-dimer-diabetes mellitus	－1.085	0.451	5.795	0.016	0.338 (0.140, 0.817)
D-dimer-diabetes mellitus-site of puncture	1.292	0.462	7.836	0.005	3.642 (1.473, 9.001)

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; 95%*CI*: 95% confidence interval.

2.4　风险预测模型的建立与可视化分析　利用筛选的 PICC 堵塞的独立危险因素构建预测模型：LogitP＝－4.733＋1.324×穿刺部位（患侧＝1，健侧＝0）＋1.185×糖尿病史（有＝1，无＝0）＋0.618×D- 二聚体（mg/L）。Hosmer-Lemeshow 检验结果提示回归方程拟合良好（$P=0.761$）。ROC 曲线分析显示，在建模组该模型的 AUC 值为 0.840（95%*CI* 0.747～0.933），灵敏度为 0.731，特异度为 0.875，最佳截断值为 0.185，提示当 ICU 脑卒中患者的模型得分＞0.185 时即存在发生 PICC 堵塞的风险（图 1）。通过列线图对预测模型进行可视化分析，若患者为患侧穿刺（26 分）、有糖尿病史（23 分）、D- 二聚体升高至 4 mg/L（80 分），其预测模型总分为 129 分，PICC 堵塞风险达到 90% 以上（图 2）。

2.5　风险预测模型的内部验证　利用验证组 87 例患者的资料进行内部验证，实际发生与模型预测的 PICC 堵塞均为 12 例。ROC 曲线分析显示 AUC 值为 0.873（95%*CI* 0.759～0.987），灵敏度为 0.833，特异度为 0.867，表明模型预测能力良好，可实施性较强（图 3）。

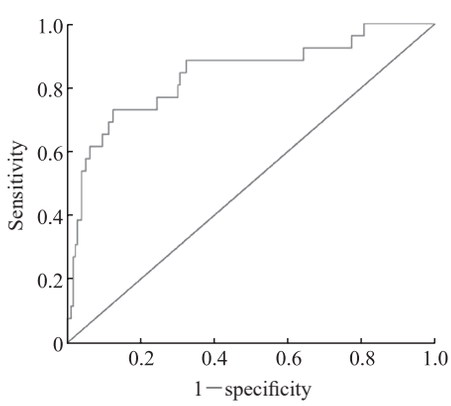

图 1　ICU 脑卒中患者 PICC 堵塞风险预测模型的 ROC 曲线分析

Fig 1　ROC curve analysis of risk prediction model for PICC occlusion in ICU patients with stroke

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter; ROC: Receiver operating characteristic.

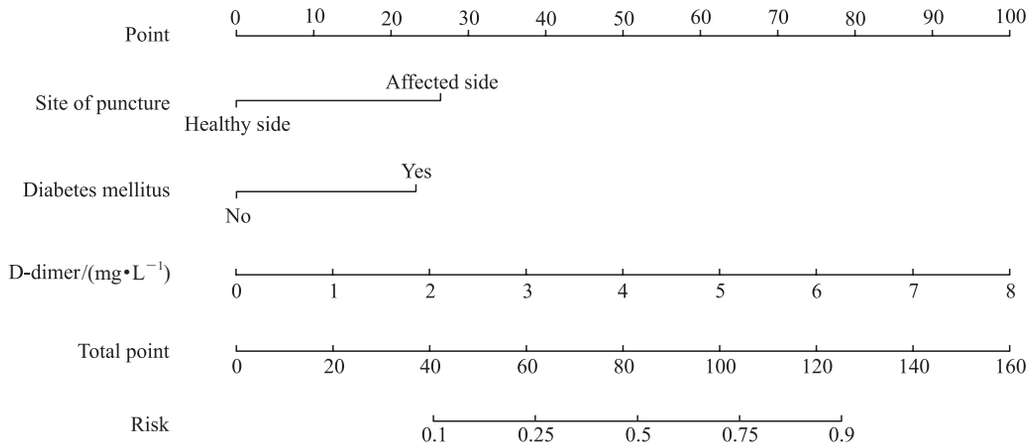

图 2　ICU 脑卒中患者 PICC 堵塞风险预测模型的列线图

Fig 2　Nomogram of risk prediction model for PICC occlusion in ICU patients with stroke

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter.

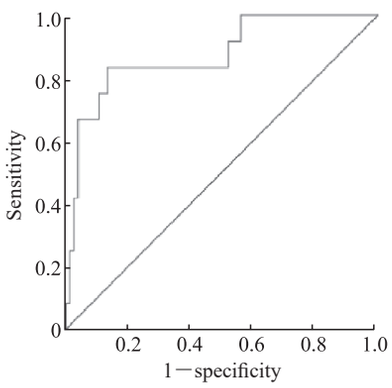

图 3　ICU 脑卒中患者 PICC 堵塞风险预测模型内部验证的 ROC 曲线分析

Fig 3　ROC curve of internal validation for risk prediction model of PICC occlusion in ICU patients with stroke

ICU: Intensive care unit; PICC: Peripherally inserted central catheter; ROC: Receiver operating characteristic.

3　讨　论

本研究结果显示，289 例 PICC 置管患者中有 7 例完全堵塞，31 例部分堵塞，PICC 堵塞率为 13.15%。患侧穿刺、有糖尿病史、D- 二聚体升高是 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的独立危险因素。本研究中 PICC 堵塞率高于新生儿人群（10.00%）[9]，低于肿瘤化疗人群（15.56%）[19]。这种差异可能与以下原因有关：（1）新生儿拥有特殊的凝血系统，与成人相比，凝血因子缺乏，常处于促凝－抗凝动态平衡状态。当病原体、创伤等外源因素侵入时机体会产生应激反应，打破促凝－抗凝动态平衡，导致机体存在生理性出血可能[20]。另外，新生儿较少患有血管内皮损伤性疾病，且穿刺部位多为右下肢（大隐静脉），PICC 堵塞的发生率相较于穿刺上肢时更低[21]。（2）肿瘤患者的肿瘤细胞可直接激活凝血系统，释放促凝物质；同时，化疗会使内皮细胞受损，增强血小板活性，提高血栓形成率[22]，增加了 PICC 堵塞风险。（3）既往研究人群肢体活动度高，活动后可能因血液反流造成 PICC 堵塞，但自身可控制。然而，脑卒中患者因疾病原因已存在血管损伤，凝血活性高，且 70%～80% 存在肢体障碍，血液流动缓慢，血液黏稠度高，大大提升了血凝性 PICC 堵塞率，增加了并发症发生风险，甚至可能导致死亡[23]。因此，针对不同人群，应结合疾病特异性，充分认识到早期识别、快速评估的重要性以及及时进行针对性干预的必要性。

本研究结果显示，穿刺患侧肢体时患者的 PICC 堵塞率较高，这可能与肢体肌力下降或肌张力障碍有关。分析原因可能是肌张力异常导致肌肉收缩运动减少或亢进，使得血液附着于管壁，导致管腔变形、管腔内压力失衡，进而引起血液回流及滞留，最终诱发血栓形成，导致导管堵塞[24]。因此，在置管前应正确评估患者的肌力并精准选择穿刺部位，首选肘上健侧血管进行置管[6,25]。若选择患侧置管，则需实时关注患肢的血运、肿胀、疼痛及肌张力等情况，及时排查不良因素，必要时应行 X 线片或超声检查，同时要注重对患肢进行主 / 被动锻炼以预防和避免机械性损伤。

本研究结果显示，合并糖尿病的患者发生 PICC 堵塞的风险较高，这与 Zhu 等[26]的研究结果一致。糖尿病患者由于过高的血糖刺激血管内膜，

造成反复损伤并发生微血管病变，使血液呈高凝状态[27-28]。脑卒中患者常伴有内膜损坏性疾病，血流速度缓慢，且其血糖控制目标高于一般人群，这进一步增加了导管堵塞风险[2,28]。因此，在置管前可行糖化血红蛋白与血液流变学检测，以了解患者的血糖控制水平与血液循环情况[29]。在置管期间应加强对血糖的监测与管理，对于持续性血糖升高者给予胰岛素降糖，并可将监测间隔缩短至 1 h/ 次。此外，建议在超声引导下进行穿刺置管，以避免造成血管反复损伤[6]。同时，要积极治疗并预防诱发血栓的高危原发病，开展个体化针对性健康教育。

本研究结果显示，D- 二聚体水平升高的患者发生 PICC 堵塞的风险较高，这与既往研究[30]一致。D- 二聚体水平升高通常提示血液呈高凝状态，是微血栓形成的分子标志物之一[31-32]。已有研究证实，脑卒中患者由于血管病变，纤维蛋白溶解功能极为亢进，D- 二聚体水平升高[4,33]。Hoffer 等[34]研究指出，在凝血功能较高的情况下留置带有瓣膜的 PICC，其堵塞发生率相较于不带瓣膜的 PICC 更低。因此，在置管前需关注患者的凝血指标，对于指标升高者首选带有瓣膜的 PICC 置管；置管期间加强监测，对于无禁忌证者可适当进行抗凝治疗。近期研究表明，血栓弹力图指标在识别脑卒中患者血凝状态方面优于传统凝血指标[35]，这表明同时关注此项检测有助于进行个体化评估并调整干预方法，从而降低血凝性导管堵塞的发生风险。

本研究基于多因素 logsitic 回归分析结果，对患侧穿刺、糖尿病史和 D- 二聚体升高这 3 个独立危险因素进行交互效应分析，结果显示三者间存在显著交互作用。值得注意的是，两两合并分析时 *OR*＜1，表明双因素共存时可呈现抑制或拮抗效应。分析原因可能是机体触发并依靠代偿机制，或者各因素竞争单一病理通路造成短暂平衡，呈现出“保护假象”。然而，当三因素共存时 *OR*＞1，表明存在协同效应，PICC 堵塞风险可增至 3.642 倍。这一现象可能是由于血流动力学改变 / 血管损伤（患侧肢体）、代谢异常 / 血管内皮损伤（糖尿病）、凝血异常激活（D- 二聚体升高）等多条通路激活突破了机体的代偿阈值，从而放大危险因素的影响，导致 PICC 堵塞风险激增。穿刺患侧肢体所引起的血流动力学改变与血管损伤可能导致机体出现新的促凝途径[36]，打破了糖尿病与高凝状态的微平衡，催化了血栓的形成。但具体机制尚不明确，需进一步研究验证。因此，在临床管控个体危险因素时还需协同关注联合的高危因素，从而制定全面的预防策略。

本研究通过 ROC 曲线评价预测模型的效能，建模组 AUC 值为 0.840，灵敏度为 0.731，特异度为 0.875；验证组 AUC 值为 0.873，灵敏度为 0.833，特异度为 0.867。这表明该模型具有较高的区分度，能够较好地预测 PICC 堵塞事件。对 logistic 回归模型建立列线图，可直观展示个体化风险，增强模型的解释性与实用性，更适用于临床快速评估与精准个体干预[37]。与文献报道的关于癌症患者 PICC 堵塞风险预测模型（利用 logistic 回归建立的模型在验证组的 AUC 值为 0.868，灵敏度为 55.8%，特异度为 92.3%）[11]进行比较，本研究所构建的模型预测性能略有优势。然而既往研究中采用机器学习算法的随机森林模型性能更为突出，其验证组 AUC 值高达 0.930，灵敏度为 63.2%，特异度为 98.4%[11]，这可能与不同算法的原理不同有关。这提示应扩大样本量，通过多种方法建模并对多种类型的预测模型进行对比，从而不断优化模型性能并筛选出最优模型。

综上所述，本研究结果表明患侧穿刺、有糖尿病史、D- 二聚体升高是 ICU 脑卒中患者发生 PICC 堵塞的独立危险因素，所建立的预测模型能够有效识别 ICU 脑卒中患者 PICC 堵塞的风险。但本研究仅进行了内部验证，未进行外部验证，且研究中心单一、收集数据样本较少，也未针对不同地区人群、不同导管性能与材质进行深入研究，研究结果存在一定局限性。未来可采取多区域、多中心联合的方式扩大样本量并对模型进行外部验证，从而进一步完善、修订模型并验证其可靠性，为临床提供可预见性评估工具。

[参考文献]

[1] 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. 中国重症卒中管理指南 2024[J]. 中华神经科杂志，2024，57（7）：698-714. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20231024-00261.

[2] 沈晓芳，金瑾，张兰，等. 基于肢体肌力状况联合临床资料构建的预测模型在脑卒中急性期发生深静脉血栓的应用价值[J]. 实用临床医药杂志，2023，27（8）：113-117. DOI: 10.7619/jcmp.20221968.

[3] 陈竹，李冲，王新星，等. RDW hs-CRP凝血纤溶指标与缺血性脑卒中患者脑动脉狭窄的相关性分析[J]. 河北医学，2023，29(11)：1864-1868. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2023.11.020.

[4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 静脉治疗护理技术操作标准：WS/T 433—2023[S/OL]. (2023-08-29)[2025-01-10]. *https://www.nhc.gov.cn/wjw/pjl/202309/d09188781db944f8936728280cba4759/files/1739783482145_64567.pdf.*

[5] 邓瑛瑛，裴华清，任英，等. 预防神经外科重症患者PICC相关性静脉血栓的循证护理实践[J]. 护理学报，2022，29(11)：36-40. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2022.11.036.

[6] 亚洲急危重症协会中国腹腔重症协作组. 重症患者中心静脉导管管理中国专家共识(2022版)[J]. 中华消化外科杂志，2022，21(3)：313-322. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220208-00068.

[7] 李变娥. PICC导管非计划性拔管原因分析及护理对策[J]. 护理研究，2010，24(11)：1001. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6493.2010.11.033.

[8] 金琳，许阳子，牛丽卿，等. 根本原因分析法在肿瘤患者PICC非计划拔管中的应用[J]. 护理学报，2012，19(21)：33-35. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2012.21.008.

[9] PATIL K, DHADED S M, BHANDANKAR M. A 1-year study on association between peripherally inserted central catheter tip position and complications in neonates[J]. J Indian Assoc Pediatr Surg, 2020, 25(5): 276-279. DOI: 10.4103/jiaps.JIAPS_87_19.

[10] 贺金薇，何金爱，王鹤锦，等. 新生儿PICC导管堵塞的影响因素及预防措施研究进展[J]. 循证护理，2022，8(15)：2036-2040. DOI: 10.12102/j.issn.2095-8668.2022.15.008.

[11] 高丽. 癌症患者中心静脉通路装置导管堵塞风险预测模型的建立与验证[D]. 成都：成都医学院，2024.

[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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006 7876.2019.09.003.

[13] GORSKI L A, HADAWAY L, HAGLE M E, et al. Infusion therapy standards of practice, 8th edition[J]. J Infus Nurs, 2021, 44(1S Suppl 1): S1-S224. DOI: 10.1097/NAN.0000000000000396.

[14] 浦亚楼，孟爱凤，刘春丽，等. PICC血凝性堵管风险预警评估及相关预防措施的研究进展[J]. 护士进修杂志，2019，34(20)：1857-1860. DOI: 10.16821/j.cnki.hsjx.2019.20.007.

[15] 李钦领，王杨，代会，等. 基于重症患者PICC导管堵塞影响因素建立临床预警工具[J]. 中华全科医学，2022，20(10)：1637-1640. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.002667.

[16] 李怀燕，李育玲，于静，等. 中心静脉导管堵塞预防及处理的最佳证据总结[J]. 中华护理杂志，2022，57(23)：2842-2850. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2022.23.004.

[17] 余丹. PICC堵管原因分析与护理对策[J]. 临床合理用药杂志，2020，13(2)：161，96. DOI: 10.15887/j.cnki.13-1389/r.2020.02.092.

[18] 中国抗癌协会肿瘤护理专业委员会，四川大学华西循证护理中心，四川大学华西医院肿瘤中心. 成人PICC堵塞的预防及处理专家共识[J]. 中国循证医学杂志，2024，24(3)：249-257. DOI: 10.7507/1672-2531.202311143.

[19] 郑思敏，蓝雪芬，吴松泉，等. 肿瘤患者PICC堵塞风险预测模型的构建及验证[J]. 中国疗养医学，2025，34(9)：11-16. DOI: 10.13517/j.cnki.ccm.2025.09.003.

[20] 邹婷婷，徐颖. 新生儿凝血功能障碍的评估与管理[J]. 国际麻醉学与复苏杂志，2017，38(6)：544-549. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2017.06.014.

[21] 陈琼，李颖馨，胡艳玲，等. 新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南(2021)[J]. 中国当代儿科杂志，2021，23(3)：201-212. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2101087.

[22] KHORANA A A, MACKMAN N, FALANGA A, et al. Cancer-associated venous thromboembolism[J]. Nat Rev Dis Primers, 2022, 8(1): 11. DOI: 10.1038/s41572-022-00336-y.

[23] WOLF J, TANG L, RUBNITZ J E, et al. Monitoring central venous catheter resistance to predict imminent occlusion: a prospective pilot study[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0135904. DOI: 10.1371/journal.pone.0135904.

[24] 黎蓉，施如春，刘春丽. 1例肺癌终末期伴肌张力障碍患者PICC置管的护理[J]. 当代护士(下旬刊)，2019，26(3)：156-158.

[25] 黄彪进，应燕萍，卢婷，等. 上肢抗阻运动预防PICC相关性血栓的研究进展[J]. 护士进修杂志，2022，37(2)：137-140. DOI: 10.16821/j.cnki.hsjx.2022.02.008.

[26] ZHU Y, LI D, LI Y, et al. Predictive model for PICC occlusion risk for patients in intensive care units: a retrospective clinical study[J]. Altern Ther Health Med, 2023, 29(8): 278-285.

[27] BATTEN L, SATHYAPALAN T, PALMER T M. Molecular mechanisms linking diabetes with increased risk of thrombosis[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(24): 17465. DOI: 10.3390/ijms242417465.

[28] 张名扬，吕肖锋，张微微，等. 2型糖尿病合并急性脑梗死患者血糖波动对血管内皮损伤的影响及意义[J]. 中国老年学杂志，2016，36(2)：329-331. DOI:

10.3969/j.issn.1005-9202.2016.02.034.

［29］ 余佩芝，李瑞莹，钟亮尹，等. 糖尿病患者血糖控制水平与血液流变学改变及并发症的相关分析[J]. 临床医学工程，2017，24（10）：1435-1436. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4659.2017.10.1435.

［30］ 刘婷，潘晓彦，李芳，等. 中心静脉导管堵塞风险预测模型研究质量的系统评价[J]. 中华急危重症护理杂志，2023（12）：1135-1141. DOI: 10.3761/j.issn.2096-7446.2023.12.015.

［31］ 张健，于娟，许巧云，等. 重型创伤性脑损伤患者预后评估中凝血功能与血栓弹力图参数的相关性[J]. 吉林医学，2024，45（1）：76-79. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2024.01.022.

［32］ 项晓婷，张会，苏畅，等. Caprini 评分联合凝血指标构建PICC 相关性血栓风险可视化模型[J]. 护理学报，2023，30（13）：6-12. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2023.13.006.

［33］ LI X, LI T, FAN Y. Efficacy of intravascular mechanical thrombectomy combined with thrombolysis and anticoagulant therapy in the treatment of cerebral venous sinus thrombosis and its effect on neurological function and coagulation indices[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(6): 6921-6928.

［34］ HOFFER E K, BORSA J, SANTULLI P, et al. Prospective randomized comparison of valved versus nonvalved peripherally inserted central vein catheters[J]. AJR Am J Roentgenol, 1999, 173(5): 1393-1398. DOI: 10.2214/ajr.173.5.10541127.

［35］ 贺扬欣，张萌，崔颖，等. 血栓弹力图与传统凝血指标预测脑卒中合并静脉血栓栓塞症的临床价值[J]. 西部医学，2024，36（1）：91-96，102. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2024.01.017.

［36］ 宋晓莉，杨欣铭，冉大为，等. 手足十二针联合镜像疗法治疗脑卒中偏瘫疗效及对血液流变学、碱性成纤维生长因子、同型半胱氨酸的影响[J]. 现代中西医结合杂志，2024，33（5）：685-689. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8849.2024.05.016.

［37］ ZHANG X, GAO Q, CHEN K, et al. A predictive nomogram for intracerebral hematoma expansion based on non-contrast computed tomography and clinical features[J]. Neuroradiology, 2022, 64(8): 1547-1556. DOI: 10.1007/s00234-022-02899-9.

［**本文编辑**］　杨亚红