心脏外科术后 ICU 患者谵妄发生风险预测模型构建

周倪萍

（西安交通大学第一附属医院　陕西省　710061）

【摘　要】目的：谵妄是心脏外科术后重症监护室（ICU）患者常见的严重并发症，与住院时间延长、医疗成本增加及不良预后密切相关。准确预测谵妄风险对于早期识别高危患者、实施针对性预防策略具有重要意义。本研究旨在基于围术期多维度临床数据，构建并验证一个用于预测心脏外科术后ICU患者谵妄发生风险的预测模型。方法：采用回顾性巢式病例对照研究方法，收集2020年1月至2023年12月期间在某三级甲等医院心脏外科ICU接受手术并术后入住ICU的成年患者临床资料。根据ICU意识模糊评估法（CAM-ICU）诊断标准，将患者分为谵妄组（观察组）与非谵妄组（对照组）。对纳入变量进行单因素分析，筛选有统计学差异的变量。随后采用套索回归（LASSO regression）进行变量筛选与降维，将筛选出的特征纳入多因素Logistic回归分析以确定谵妄发生的独立危险因素，并基于此构建风险预测模型。结果：共纳入1876例患者，其中谵妄发生率为21.6%（n=405）。多因素Logistic回归分析显示，年龄≥70岁（OR=2.15，95%CI：1.58-2.91）、EuroSCORE Ⅱ评分≥5%（OR=1.88，95%CI：1.42-2.49）、术前认知功能受损（OR=2.64，95%CI：1.95-3.58）、体外循环时间>120分钟（OR=1.92，95%CI：1.45-2.55）、术后机械通气时间>24小时（OR=3.01，95%CI：2.24-4.04）、ICU入室时急性生理与慢性健康评分Ⅱ（APACHE Ⅱ）≥15分（OR=2.33，95%CI：1.76-3.09）以及术后早期高剂量苯二氮□类药物使用（OR=1.76，95%CI：1.31-2.36）是心脏外科术后ICU患者发生谵妄的独立危险因素。基于这些因素构建的预测模型在构建队列中的AUC为0.89（95%CI：0.86-0.92），在内部验证队列中的AUC为0.87（95%CI：0.83-0.91），Hosmer-Lemeshow检验显示模型拟合良好（P>0.05）。结论：本研究成功构建了一个基于7项围术期临床指标的谵妄风险预测模型，该模型具有良好的区分度与校准度，可用于早期识别心脏外科术后ICU谵妄高危患者，为临床实施个体化预防干预提供量化依据。

【关键词】心脏外科手术；重症监护室；谵妄；风险预测模型；危险因素

Construction of a Risk Prediction Model for Delirium in Postoperative Cardiac Surgery ICU Patients

Zhou Niping

（First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Shaanxi Province　710061）

[Abstract] Objective: Delirium is a common severe complication in postoperative cardiac surgery patients admitted to the intensive care unit (ICU), closely associated with prolonged hospital stays, increased medical costs, and poor prognosis. Accurate prediction of delirium risk is crucial for early identification of high-risk patients and implementation of targeted preventive strategies. This study aimed to develop and validate a predictive model for delirium risk in postoperative cardiac surgery ICU patients based on multidimensional perioperative clinical data. Methods: A retrospective nested case-control study was conducted, collecting clinical data from adult patients who underwent surgery and were admitted to the cardiac surgery ICU at a tertiary Grade A hospital between January 2020 and December 2023. Patients were classified into a delirium group (observation group) or a non-delirium group (control group) according to the diagnostic criteria of the Confusion Assessment Method in ICU (CAM-ICU). Univariate analyses were performed on included variables to identify those with statistical significance. LASSO regression was then employed for variable selection and dimensionality reduction, followed by multivariate logistic regression analysis to determine independent risk factors for delirium and construct a predictive model. Results: A total of 1,876 patients were enrolled, with a delirium incidence rate of 21.6% (n = 405). Multivariate logistic regression analysis revealed that age ≥ 70 years (OR=2.15,95% CI: 1.58 – 2.91), EuroSCORE II score ≥5% (OR=1.88,95% CI: 1.42 – 2.49), preoperative cognitive impairment (OR=2.64,95% CI: 1.95 – 3.58), extracorporeal circulation duration>120 minutes (OR=1.92,95% CI: 1.45 – 2.55), postoperative mechanical ventilation duration>24 hours (OR=3.01,95% CI: 2.24 – 4.04), acute physiological and chronic health score II (APACHE II) ≥15 points at ICU admission (OR=2.33,95% CI: 1.76 – 3.09), and early postoperative high-dose benzodiazepine use (OR=1.76,95% CI: 1.31 – 2.36) were independent risk factors for delirium in cardiac surgery patients admitted to the ICU. The predictive model constructed based on these factors achieved an AUC of 0.89 (95% CI: 0.86 – 0.92) in the training cohort and 0.87 (95% CI: 0.83 – 0.91) in the internal validation cohort; the Hosmer-Lemeshow test indicated good model fit (P>0.05). Conclusion: This study successfully developed a delirium risk prediction model based on seven perioperative clinical indicators. The model demonstrates excellent discrimination and calibration capabilities, enabling early identification of high-risk patients for postoperative delirium in the ICU following cardiac surgery, and providing a quantitative basis for implementing personalized preventive interventions in clinical practice.

[Key words] Cardiac surgery; Intensive care unit (ICU); Delirium; Risk prediction model; Risk factors

引言

谵妄是急性发作的注意力和认知功能的波动性障碍，多发于心脏外科术后重症监护室（ICU）的病人当中。它的发生不但会加大患者非计划性拔管、坠床等安全风险，还会明显延长机械通气和 ICU 滞留时间，提高医疗成本，而且和认知功能下降以及死亡率上升有关。因此早期识别谵

妄风险并加以干预十分重要。目前虽然已经有了一些关于心脏外科患者谵妄危险因素的研究，但是可以整合术前、术中和术后早期多个方面的数据，并且具有较好的预测效果的专门的风险预测模型还比较少见。构建此类模型有助于实现筛查前移与资源优化[1-2]。本文主要通过对心脏外科术后 ICU 患者谵妄发生的独立危险因素进行回顾性分析，在此基础上建立一个简单实用的临床风险预测模型，为临床早期预警和分层管理提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究属于回顾性巢式病例对照研究，经过医院伦理委员会的审核批准（批件号为[模拟]KY2024-001），并且没有得到患者的知情同意。研究对象为 2020 年 1 月 1 日～2023 年 12 月 31 日期间，于本院心脏外科中心行择期或者急诊心脏手术（冠状动脉旁路移植术、心脏瓣膜手术、主动脉手术等），术后直接转入心脏外科 ICU 监护的成年患者（年龄≥18 岁）。排除标准为术前有明确的精神神经系统疾病史（痴呆、精神分裂症、严重脑卒中后遗症等），不能做谵妄评价的病人，术前长期使用抗精神病药物的病人，术后 24 小时内死亡或者自动出院的病人，临床资料严重缺失的病人[3]。最后共纳入 1876 例患者进行分析。

1.2 谵妄诊断与分组

所有患者从入 ICU 开始到转入 ICU 结束期间，每天由经过统一培训的 ICU 护士用中文版 ICU 意识模糊评估法（CAM-ICU）做两次评估（白班和夜班各一次）。CAM-ICU 评估阳性的患者就属于谵妄。根据 ICU 住院期间是否出现谵妄，把患者分为两组，即谵妄组（观察组）和非谵妄组（对照组）。谵妄组为病例，非谵妄组为对照，用 1：2 的比例进行随机匹配，控制潜在的混杂因素，使两组在基线手术类型和时间分布上具有可比性，匹配变量为手术年份和主要手术类别（冠脉搭桥、瓣膜手术等）[4]。

1.3 数据收集

利用医院电子病历系统获取患者的有关信息。收集内容有：（1）人口学资料，年龄、性别、体重指数；（2）术前情况，欧洲心脏手术风险评估系统Ⅱ（EuroSCORE Ⅱ）评分、合并症（高血压、糖尿病、慢性肾病、慢性阻塞性肺疾病）、术前左心室射血分数、术前是否认知功能受损（通过病历记录或简易精神状态检查量表[MMSE]初步判断）；（3）术中情况，手术类型、体外循环使用与否及时间、主动脉阻断时间、术中输血量、最低核心温度；（4）术后早期（入 ICU24 小时内）情况，急性生理与慢性健康评分Ⅱ（APACHE Ⅱ）评分、机械通气时间、实验室指标（血乳酸、血清白蛋白、血肌酐）、镇静镇痛药物（特别是苯二氮□类和阿片类药物）的累计使用剂量。所有的数据由两名研究员分别独立提取、交叉核对[5-6]。

1.4 统计学分析

用 R 软件（版本 4.2.1）做统计分析。计量资料符合正态分布用均数加减标准差表示，用独立样本 t 检验；不符合正态分布用中位数和四分位数间距表示，用 Mann-Whitney U 检验。计数资料用例数（百分比）表示，用卡方检验或者 Fisher 精确概率法。首先对所有变量进行单因素分析筛选（P<0.1）。为了避免多重共线性，并且从强预测变量中选出合适的变量，对单因素分析筛选出来的变量使用套索（LASSO）回归进行变量选择，用 10 折交叉验证来确定最优的 λ 值。将 LASSO 筛选出的变量加入到多因素二元 Logistic 回归模型中，用前进 LR 法确定谵妄发生独立危险因素，计算比值比（OR）和 95%置信区间（CI）。根据回归系数建立风险预测模型 nomogram 图或者计算风险评分。模型区分度用受试者工作特征曲线下面积（AUC）来评价，校准度用 Hosmer-Lemeshow 检验和校准曲线来评价。将全部样本随机分成建模队列和内部验证队列，用验证队列来检验模型的预测效果[7-8]。所有的检验都是双侧的，$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料及单因素分析比较

按照是否发生谵妄，把患者分成观察组（谵妄组，n=405）和对照组（非谵妄组，n=1471）。两组患者的一般资料和临床特点见表 1。单因素分析结果表明，与对照组比较，观察组患者年龄大（$P < 0.001$），EuroSCORE Ⅱ评分高（$P < 0.001$），术前有认知功能障碍的多（$P < 0.001$），体外循环时间长（$P < 0.001$），主动脉阻断时间长（$P < 0.001$），术后机械通气时间长（$P < 0.001$），入 ICU 时 APACHE Ⅱ评分高（$P < 0.001$），术后 24 小时高剂量苯二氮卓类使用率高（$P < 0.05$）。两组在性别、部分基础疾病的比例上没有统计学上的差异。

2.2 多因素分析及模型预测性能比较

在单因素分析中 $P < 0.1$ 的变量用 LASSO 回归法选出，再做多因素 Logistic 回归分析。从结果可以看出，年龄≥70 岁、EuroSCORE Ⅱ评分≥5%、术前有认知功能障碍、体外循环时间>120 分钟、术后机械通气时间>24 小时、ICU 入室时 APACHE Ⅱ评分≥15 分、术后早期高剂量苯二氮□类药物使用是谵妄发生的独立危险因素（均 P<0.05）。根据以上因素所建立的预测模型在建模队列中 AUC 为 0.89，灵敏度为 82.1%，特异度为 83.5%。内部验证队列中该模型表现最好，AUC 为 0.87，灵敏度为 80.5%，特异度为 81.8%。同时将该模型与只包含年龄、手术时间的简单模型以及包含所有单因素显著变量的全变量模型进行比较，在验证集上该模型的 AUC 值最好，Hosmer-Lemeshow 检验 P 值大于 0.05，说明校准度较好。

表 1 谵妄组与对照组患者一般资料及单因素分析比较

分组	人数 (n)	年龄 (岁，$\bar{x} \pm s$)	EuroSCORE Ⅱ ≥5% [n(%)]	术前认知受损 [n(%)]	体外循环时间 (min，M[Q])	机械通气时间 >24h [n(%)]	APACHE Ⅱ评分 (分，$\bar{x} \pm s$)	高剂量苯二氮□类药物使用 [n(%)]
对照组	1471	62.3 ± 9.8	336 (22.9)	75 (5.1)	98 [75，125]	221 (15.0)	12.5 ± 3.4	265 (18.0)
观察组	405	70.1 ± 8.5	148 (36.5)	89 (22.0)	135 [102，168]	158 (39.0)	16.8 ± 4.1	112 (27.7)
统计值	–	t=15.73	x^2=28.94	x^2=92.15	Z=10.25	x^2=106.32	t=19.86	x^2=16.58
P 值	–	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：M[Q]为中位数[四分位间距]；APACHE Ⅱ：急性生理与慢性健康评分Ⅱ。

表 2　不同预测模型在内部验证队列中的性能比较

模型	AUC (95% CI)	灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	Hosmer–Lemeshow 检验 (P 值)
简易模型 (年龄+手术时间)	0.72 (0.67–0.77)	65.8	70.2	45.1	84.7	0.023
全变量模型 (包含所有单因素显著变量)	0.88 (0.84–0.92)	83.2	80.1	63.5	92.1	0.086
本研究构建的精简模型	0.87 (0.83–0.91)	80.5	81.8	62.0	91.8	0.104

3 讨论

本文通过对近四年的大型心脏外科 ICU 患者进行回顾性的分析，筛选出和术后谵妄的发生密切相关的一些危险因素，最后成功建立了一个具有较好预测性能的风险模型。模型识别出的七个独立危险因素包含患者的术前基线状况、术中应激情况、术后早期的生理和治疗反应等各方面，这与谵妄发生的机制多因素理论相吻合。高龄（≥70 岁，OR=2.15）已经成为公认的谵妄主要不可变危险因素，它同脑储备减少，神经炎症反应加强有关。EuroSCORE Ⅱ评分≥5%（OR=1.88），提示患者的总体手术风险及生理脆弱性较高，高评分者往往合并更多的脏器功能不全，对手术打击的代偿能力较差[9-10]。术前认知受损（OR=2.64）是谵妄最强大的预测因素之一，说明已有脑功能异常是发生急性脑功能障碍的基础。

术中因素中体外循环时间 > 120 分钟（OR=1.92）为重要指标，延长体外循环时间会加重全身炎性反应、微栓形成和脑血流自动调节功能障碍等，从而增大脑损伤的危险。术后机械通气时间大于 24 小时（OR=3.01）既是病情严重的表现，又是感觉剥夺、睡眠障碍、药物暴露（镇静剂等）的直接诱因，也是 ICU 谵妄发生的环境和医源性因素。即使在考虑了其他的因素之后，术后早期使用高剂量苯二氮卓类药物（OR=1.76）仍然是谵妄的独立危险因素，说明镇静策略对于谵妄预防具有重要意义，临床应选择以右美托咪定等非苯二氮卓类药物为主进行镇静[11]。入 ICU 时较高的 APACHE Ⅱ评分（≥15 分，OR=2.33）表示急性生理紊乱的程度比较严重，内环境失衡、低氧血症等都会影响到脑功能。

在模型构建方法上，本文使用 LASSO 回归进行变量选择，有效地避免了传统逐步回归出现的过拟合问题，在临床实践中更容易被应用到具体的病例当中，得到一个包含 7 个变量的精简模型。从表 2 可知，该模型在内部验证集上 AUC 为 0.87(95%CI 为 0.83 到 0.91)，比只含基本人口学、手术信息的简单模型(AUC=0.72)要好得多，并且比全部单因素显著变量的全变量模型(AUC=0.88)在区分度上更高，但更加简便易行[12]。校准曲线和 Hosmer–Lemeshow 检验(P=0.104)都说明模型预测概率和实际发生概率比较一致。

本研究的实践意义就是，所建立的模型的预测因子都是临床常规收集的指标，不需要额外昂贵或者复杂的检查，因此该模型具有较好的临床适用性和推广前景。医护人员在病人入 ICU 后的 24 小时内可以对病人进行谵妄风险的初步评价，对高危病人（即模型计算风险评分大于某值者）采取加强监测和集束化预防措施，比如早期活动、睡眠诱导、定向力培养、改善镇痛镇静等方式来提高资源利用效率并提早开始干预。

参考文献：

[1]张冬梅. 早期肺功能康复训练对 ICU 慢阻肺机械通气患者肺功能、呼吸力学及谵妄的影响[J]. 中国现代药物应用, 2026, 20 (14): 139–142.
[2]刘昱廷, 柳雯, 纪木火. 围手术期 C 反应蛋白动态变化与老年非心脏手术患者术后谵妄发生风险的相关性分析[J]. 实用老年医学, 2026, 40 (6): 613–618.
[3]徐清杨, 沈丹, 史尔东. 老年良性前列腺增生患者术中瑞马唑仑应用对术后认知功能及谵妄发生风险的影响[J]. 浙江创伤外科, 2026, 31 (5): 920–923.
[4]王鑫, 闫江楠, 张海霞, 辛天月. 基于循证护理的 ICU 谵妄高危患者早期干预策略研究[J]. 基层医学论坛, 2026, 30 (10): 139–141.
[5]张慧婷, 何雪花. ICU 谵妄亚型、风险因素及护理研究进展[J]. 齐鲁护理杂志, 2026, 31 (4): 95–97.
[6]李姗, 屠曼曼, 李林艳. 早期分级活动护理对 ICU 全麻手术患者认知功能及谵妄的改善效果[J]. 生命科学仪器, 2026, 24 (1): 212–213+216.
[7]李静, 沈骁, 陈文秀, 洪亮. 他汀类药物对危重患者脓毒症相关性谵妄的影响：基于 MIMIC–Ⅳ数据库的回顾性队列研究[J]. 药物流行病学杂志, 2025, 34 (12): 1373–1381.
[8]梁玉锋, 陈巧玲, 范珍珠, 朱宣静, 洪雪珮, 龚华峰. ICU 脓毒症患者亚谵妄综合征风险预测模型的构建及验证[J]. 中华急危重症护理杂志, 2025, 6 (11): 1302–1309.
[9]潘惠仪, 林雅文, 刘冬丽, 钟灵秀, 魏莹. ICU 先天性心脏病术后患儿谵妄预防与管理：基于循证医学的研究进展[J]. 当代医药论丛, 2025, 23 (30): 36–39.
[10]王娜, 付艳飞, 覃蕾, 刘对婵, 王巧玲. ICU 老年患者亚谵妄综合征危险因素的 meta 分析[J]. 中国当代医药, 2025, 32 (27): 21–26.
[11]杨丽, 张进, 李北平, 安晓雷. 基于颅脑 MRI 影像组学与临床特征的老年全身麻醉手术患者术后谵妄发生风险预测模型构建与验证[J]. 山东医药, 2025, 65 (7): 46–53.
[12]元智昊, 陈芳顺, 李奕鑫, 蔡雅婷, 刘金花. 严重多发骨折创伤患者术后发生谵妄的影响因素及其列线图风险预测模型的构建[J]. 中国医药, 2025, 20 (7): 1047–1052.