

全麻腹腔镜胆囊切除术患者麻醉恢复室滞留预测模型构建



欧 怡¹, 韩 佳², 谢 斌¹

1. 四川省绵竹市人民医院/四川大学华西医院绵竹医院麻醉科 (四川德阳 618200)

2. 四川省德阳市人民医院手术麻醉中心 (四川德阳 618200)

【摘要】目的 构建全麻腹腔镜胆囊切除术 (laparoscopic cholecystectomy, LC) 患者麻醉恢复室 (postanesthesia care unit, PACU) 滞留预测模型, 为 PACU 管理提供参考。**方法** 选取 2023 年 1 月至 2024 年 11 月在绵竹市人民医院行全麻 LC 的患者为研究对象, 收集患者术前、术中和 PACU 期间临床资料, 根据 PACU 停留时间是否超过 1 h 分为 PACU 滞留组和非滞留组。通过 Lasso 回归筛选变量后使用 Logistic 回归构建预测模型并绘制列线图。采用 Bootstrap 法重抽样 1 000 次进行内部验证。采用受试者工作特征曲线及其曲线下面积 (AUC)、Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验、校准曲线、临床决策曲线、临床影响曲线分别评价预测模型的区分度、校准度、临床适用性和有效性。**结果** 共纳入 600 例 LC 患者, 104 例发生 PACU 滞留。Lasso 回归和 Logistic 回归分析显示, 钾离子 (K^+) 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐是 PACU 发生滞留的影响因素。预测模型的 AUC 为 0.803 [95%CI (0.755, 0.850)], Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果显示模型与理想模型差异无统计学意义 ($\chi^2=1.660$, $P=0.572$), 基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的结果显示, AUC 为 0.803 [95%CI (0.756, 0.853)]; 校准曲线显示预测概率与实际发生概率基本拟合; 临床决策曲线显示, 预测概率的阈值在 0.00~0.68 范围时, 根据模型的预测概率进行干预的临床净收益高于对所有人不进行干预和对所有人进行干预; 临床影响曲线显示, 当预测概率的阈值大于 0.30 后, 每 1 000 人中模型预测的 PACU 滞留人数和实际发生的 PACU 滞留人数出现重叠匹配。**结论** K^+ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐是 LC 患者 PACU 发生滞留的影响因素, 基于这些因素构建的预测模型区分度、校准度、临床适用性和有效性较好, 可为 LC 术后 PACU 滞留高风险患者的识别提供参考。

【关键词】 腹腔镜胆囊切除术; 麻醉恢复室; 滞留; 影响因素; 预测模型

【中图分类号】 R 614 **【文献标识码】** A

Prediction model construction for postanesthesia care unit retention in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia

OU Yi¹, HAN Jia², XIE Bin¹

1. Department of Anesthesiology, Mianzhu People's Hospital/Mianzhu Hospital, West China Hospital of Sichuan University, Deyang 618200, Sichuan Province, China

2. Center of Surgical Anesthesia, Deyang People's Hospital, Deyang 618200, Sichuan Province, China

Corresponding author: XIE Bin, Email: 13618106183@163.com

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202501023

基金项目: 四川省卫生健康委卫生健康科研课题普及项目 (19PJ221)

通信作者: 谢斌, 主任医师, Email: 13618106183@163.com

yxxz.whuznhmedj.com

【Abstract】Objective To analyze and construct a predictive model for postanesthesia care unit (PACU) retention in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy (LC) under general anesthesia, providing reference for the efficient operation of PACU. **Methods** Patients who underwent general anesthesia LC at Mianzhu People's Hospital from January 2023 to November 2024 were selected as the research subjects. Clinical data of patients before and during operation, and during PACU were collected. Patients were divided into PACU retention group and non-retention group according to whether the PACU stay was longer than 1 hour. Lasso regression and Logistic regression were used to select and construct predictive model and then nomogram were constructed. Using Bootstrap method to resample 1,000 times for internal validation. The discrimination, calibration, clinical applicability, and effectiveness of the prediction model were evaluated using the receiver operating characteristic curve and its area under the curve (AUC), Hosmer-Lemeshow goodness of fit test, calibration curve, clinical decision curve, and clinical impact curve, respectively. **Results** A total of 600 patients were included and 104 experienced PACU retention. Through Lasso regression and Logistic regression, K ion concentration, tracheal extubation time, agitation during awakening, and nausea and vomiting during PACU were identified as influence factors for PACU retention. The AUC of the prediction model was 0.803[95%CI(0.755, 0.850)]. The Hosmer-Lemeshow goodness of fit test showed no statistically significant difference ($\chi^2=1.660$, $P=0.572$). Based on Bootstrap resampling 1,000 times, the results showed AUC was 0.803[95%CI(0.756, 0.853)]. The calibration curve showed a basic fit between the predicted probability and the actual occurrence probability. The clinical decision curve showed that within the threshold for predicting probability range of 0.00~0.68, the clinical net benefit of intervening based on the predicted probability of the model was higher than that of not intervening in all individuals and intervening in all individuals. The clinical impact curve showed that when the threshold for predicting probability was greater than 0.30, there was an overlap match between the predicted PACU retention rate and the actual PACU retention rate per 1,000 people. **Conclusion** K ion concentration, tracheal extubation time, agitation during awakening, and nausea and vomiting during PACU are influencing factors for PACU retention of LC patients. The predictive model constructed based on these factors has good discrimination, calibration, clinical applicability, and effectiveness, and can provide reference for identifying high-risk PACU retention patients after LC surgery.

【Keywords】 Laparoscopic cholecystectomy; Postanesthesia care unit; Retention; Influencing factors; Prediction model

腹腔镜胆囊切除术(laparoscopic cholecystectomy, LC)是普外科中最常见的手术之一^[1-2],其因微创、快速康复的特点备受推崇,被广泛应用于症状性胆石症、非结石性慢性胆囊炎、急性胆囊炎、胆囊息肉等疾病的治疗中。相较于传统的手术方式,腹腔镜手术在降低手术创伤、减少术中出血量和术后并发症方面具有明显优势^[3]。LC需全麻下进行,术后患者需转入麻醉恢复室(postanesthesia care unit, PACU)。PACU作为患者从麻醉和手术状态中逐渐恢复的场所,方便继续监测患者情况,以便及时采取对症措施预防并发症,保证患者安全。随着快速康复理念的发展,患者术后如何快速恢复术前生理机能状态成为麻醉医生的工作目标,麻醉医生对患者良

好的管理在提高PACU周转速度过程中发挥了重要作用^[4]。但部分患者受麻醉、手术、原有基础疾病等多种因素的影响可能出现PACU滞留的情况,如不尽早予以干预,不仅会加重患者的麻醉风险及麻醉科的工作量,还会影响PACU人员安排及周转速率^[5]。因此,明确全身麻醉患者LC术后滞留PACU的影响因素,预判LC患者是否会发生PACU滞留并及时采取干预措施对保护患者安全和维护PACU正常运转具有重要意义。然而,目前少有研究对全麻术后患者是否发生PACU滞留进行预测,且针对LC患者的预测模型研究相对较少。因此,本研究分析全麻LC患者PACU停留时间的影响因素并构建预测模型,以期对PACU管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以 2023 年 1 月至 2024 年 11 月在四川省绵竹市人民医院行全麻 LC 的患者为研究对象,回顾性分析患者临床资料。纳入标准:①气管插管全麻接受 LC 的患者;②年龄 ≥ 18 岁;③患者各项临床资料完整。排除标准:①非首次行腹腔镜手术;②严重肝肾功能不全;③术中手术方式改变;④ PACU 期间非计划二次手术;⑤腹腔存在严重感染或粘连。本研究获四川省绵竹市人民医院伦理委员会审批(批号:2024-KI-005)。

鉴于 LC 手术创伤小、术式成熟等特点,同时参考其他研究^[6-8],根据 PACU 停留时间是否超过 1 h 将研究对象分为 2 组:PACU 滞留组(PACU 停留时间 ≥ 1 h)和 PACU 非滞留组(PACU 停留时间 < 1 h)。

1.2 资料收集

本研究通过手术麻醉系统收集 LC 患者围手术期病史数据。包括:①术前信息:性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、教育程度、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、肿瘤史、脑梗史、哮喘史、慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)史、支气管扩张史、冠心病史、心衰史、麻醉前是否抗生素用药、美国麻醉师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血小板(platelet, PLT)、钾离子(K^+)、丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、门冬氨酸氨基转移酶(aspartate transferase, AST)、 γ -谷氨酰转移酶(γ -glutamyltransferase, GGT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、血糖(glucose, GLU)、尿素、肌酐。②术中资料:舒芬太尼用量、瑞芬太尼用量、是否使用右美托咪定、是否使用瑞马唑仑、是否使用丙泊酚、是否使用阿托品、麻醉时间、手术时间、输血量、出血量、是否使用血管活性药物、术中是否心动过缓、术中是否低血压。③ PACU 期间信息:PACU 停留时间、气管拔管时间(带管入 PACU 到气管拔管间的时间)、有无苏醒期躁动、有无恶心呕吐、有无谵妄、有无呼吸抑制。

1.3 统计学分析

采用 R 4.4.1 软件进行数据整理和统计分析。计量资料使用 Kolmogorov-Smirnov 检验进行正态性检验,符合正态分布的计量资料采用均数和标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验进行组间比较;不符合正态分布的计量资料采用中位数和四分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$]表示,采用 Wilcoxon 秩和检验进行组间比较;计数资料采用例数和百分比($n, \%$)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较。采用 Lasso 回归分析筛选变量,将 lambda.min 参数对应的变量纳入 Logistic 回归模型分析全麻 LC 患者 PACU 停留时间的影响因素,构建预测模型并绘制列线图。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线及其曲线下面积(area under curve, AUC)评价模型的区分度,采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验、校准曲线评价模型校准度,采用临床决策曲线评价模型的临床适用性,采用临床影响曲线评价模型的临床有效性。采用 Bootstrap 法重抽样 1 000 次对 ROC 曲线、校准曲线、临床决策曲线和临床影响曲线进行内部验证。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入全麻 LC 患者 600 例,主要以女性(69.17%)、小学及以下(34.0%)和初中(33.5%)学历为主,年龄在 < 50 岁、50~60 岁、 ≥ 60 岁组中均匀分布。600 例患者中,496 例未发生 PACU 滞留,104 例发生 PACU 滞留,滞留率为 17.33%,非滞留组和滞留组的 PACU 停留时间分别为 40(35, 45) min 和 65(60, 75) min。纳入患者中,相较于非滞留组,滞留组瑞芬太尼总量更低,手术时间和麻醉时间更短,气管拔管时间更长,苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐和谵妄比例更高($P < 0.05$),其他差异在两组间无统计学意义(表 1)。

2.2 Lasso 回归分析

采用 Lasso 回归分析筛选 PACU 是否滞留的影响因素,结果显示,lambda.min($\lambda=0.023\ 78$)对应的变量数为 5,因此确定 K^+ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐、PACU 期间谵妄 5 个因素可能是 PACU 是否滞留的影响因素,见图 1。

表1 两组患者一般特征比较 (n, %)
Table 1. Comparison of general characteristics between two groups of patients (n, %)

特征	合计 (n=600)	非滞留组 (n=496)	滞留组 (n=104)	U/ χ^2 值	P值
性别				1.690	0.194
男	185 (30.83)	159 (32.06)	26 (25.00)		
女	415 (69.17)	337 (67.94)	78 (75.00)		
年龄 (岁)				3.219	0.200
<50	199 (33.17)	172 (34.68)	27 (25.96)		
50~<60	198 (33.00)	158 (31.86)	40 (38.46)		
≥60	203 (33.83)	166 (33.46)	37 (35.58)		
BMI (kg/m ²) *	24.36 (22.22, 26.58)	24.27 (22.34, 26.49)	24.43 (22.04, 27.13)	25 883.500	0.955
受教育程度				2.799	0.424
小学及以下	204 (34.00)	163 (32.86)	41 (39.42)		
初中	201 (33.50)	165 (33.27)	36 (34.62)		
高中或中专	74 (12.33)	64 (12.90)	10 (9.62)		
大专或本科及以上	121 (20.17)	104 (20.97)	17 (16.35)		
ASA分级				—	0.113 [#]
1	37 (6.17)	34 (6.85)	3 (2.88)		
2	520 (86.67)	428 (86.29)	92 (88.46)		
3	42 (7.00)	34 (6.85)	8 (7.69)		
4	1 (0.17)	0 (0.00)	1 (0.96)		
麻醉前抗生素用药				—	0.173 [#]
无	599 (99.83)	496 (100.00)	103 (99.04)		
有	1 (0.17)	0 (0.00)	1 (0.96)		
吸烟史				0.396	0.529
无	432 (72.00)	354 (71.37)	78 (75.00)		
有	168 (28.00)	142 (28.63)	26 (25.00)		
饮酒史				1.966	0.161
无	540 (90.00)	442 (89.11)	98 (94.23)		
有	60 (10.00)	54 (10.89)	6 (5.77)		
高血压史				3.237	0.072
无	485 (80.83)	408 (82.26)	77 (74.04)		
有	115 (19.17)	88 (17.74)	27 (25.96)		
糖尿病史				0.145	0.703
无	533 (88.83)	439 (88.51)	94 (90.38)		
有	67 (11.17)	57 (11.49)	10 (9.62)		
肿瘤史				—	0.105 [#]
无	589 (98.17)	489 (98.59)	100 (96.15)		
有	11 (1.83)	7 (1.41)	4 (3.85)		
脑梗史				—	0.366 [#]
无	580 (96.67)	481 (96.98)	99 (95.19)		
有	20 (3.33)	15 (3.02)	5 (4.81)		
哮喘史				—	0.317 [#]
无	598 (99.67)	495 (99.80)	103 (99.04)		
有	2 (0.33)	1 (0.20)	1 (0.96)		
COPD史				0.013	0.910
无	507 (84.50)	420 (84.68)	87 (83.65)		
有	93 (15.50)	76 (15.32)	17 (16.35)		
支气管扩张史				—	1.000 [#]
无	598 (99.67)	494 (99.60)	104 (100.00)		
有	2 (0.33)	2 (0.40)	0 (0.00)		

续表1

特征	合计 (n=600)	非滞留组 (n=496)	滞留组 (n=104)	U/ χ^2 值	P值
冠心病史				—	0.255 [#]
无	587 (97.83)	487 (98.19)	100 (96.15)		
有	13 (2.17)	9 (1.81)	4 (3.85)		
心衰史				—	0.534 [#]
无	596 (99.33)	493 (99.40)	103 (99.04)		
有	4 (0.67)	3 (0.60)	1 (0.96)		
Hb (g/L) *	135.50 (126.00, 146.00)	136.00 (126.00, 147.00)	134.50 (126.00, 144.00)	27 031.000	0.441
PLT (×10 ⁹ /L) *	192.00 (153.00, 239.50)	193.00 (153.00, 238.25)	190.50 (154.00, 245.25)	25 213.500	0.719
K ⁺ (mmol/L) *	4.08 (3.81, 4.36)	4.10 (3.82, 4.38)	4.00 (3.78, 4.23)	28 774.500	0.064
ALT (U/L) *	25.50 (17.00, 44.00)	26.00 (17.00, 45.00)	24.00 (18.00, 42.25)	25 135.000	0.683
AST (U/L) *	25.00 (20.00, 34.00)	25.00 (20.00, 34.00)	24.00 (21.00, 33.25)	26 005.000	0.895
GGT (U/L) *	33.00 (20.00, 73.00)	33.00 (20.00, 73.25)	31.50 (21.75, 65.50)	25 895.500	0.949
PT (s) *	11.40 (10.80, 12.20)	11.40 (10.80, 12.20)	11.41 (10.90, 12.22)	25 059.000	0.649
APTT (s) *	28.80 (26.60, 31.60)	28.85 (26.50, 31.60)	28.71 (27.12, 31.64)	24 985.000	0.616
GLU (mmol/L) *	5.05 (4.53, 5.64)	5.04 (4.53, 5.62)	5.17 (4.56, 5.97)	24 637.000	0.473
尿素 (mmol/L) *	5.00 (4.14, 5.98)	5.03 (4.16, 5.97)	4.78 (3.96, 6.00)	26 911.000	0.487
肌酐 (umol/L) *	63.00 (55.00, 73.00)	63.00 (55.00, 73.00)	62.50 (55.75, 71.00)	27 117.500	0.410
舒芬太尼用量 (μg) *	30.00 (25.00, 35.00)	30.00 (25.00, 35.00)	30.00 (28.75, 35.00)	25 774.500	0.991
瑞芬太尼总量 (μg) *	485.00 (354.00, 700.00)	503.00 (366.00, 716.00)	436.00 (318.00, 596.00)	29 993.000	0.009
使用右美托咪定				0.353	0.552
否	313 (52.17)	262 (52.82)	51 (49.04)		
是	287 (47.83)	234 (47.18)	53 (50.96)		
使用瑞马唑仑				0.052	0.819
否	291 (48.50)	239 (48.19)	52 (50.00)		
是	309 (51.50)	257 (51.81)	52 (50.00)		
使用丙泊酚				0.052	0.819
否	309 (51.50)	257 (51.81)	52 (50.00)		
是	291 (48.50)	239 (48.19)	52 (50.00)		
使用阿托品				<0.001	0.990
否	545 (90.83)	450 (90.73)	95 (91.35)		
是	55 (9.17)	46 (9.27)	9 (8.65)		
手术时间 (min) *	40.00 (30.00, 55.00)	40.00 (30.00, 55.00)	35.00 (28.75, 50.00)	29 229.500	0.032
麻醉时间 (min) *	50.00 (40.00, 65.00)	50.00 (40.00, 65.00)	45.00 (38.75, 60.00)	29 386.000	0.025
输液量 (mL) *	500.00 (400.00, 500.00)	500.00 (400.00, 500.00)	500.00 (400.00, 600.00)	25 133.000	0.671
出血量 (mL)				0.003	0.958
<20	443 (73.83)	366 (73.79)	77 (74.04)		
≥20	157 (26.17)	130 (26.21)	27 (25.96)		
使用血管活性药物				2.102	0.147
否	494 (82.33)	414 (83.47)	80 (76.92)		
是	106 (17.67)	82 (16.53)	24 (23.08)		
术中心动过缓				0.001	0.979
无	539 (89.83)	445 (89.72)	94 (90.38)		
有	61 (10.17)	51 (10.28)	10 (9.62)		
术中低血压				1.320	0.251
无	483 (80.50)	404 (81.45)	79 (75.96)		
有	117 (19.50)	92 (18.55)	25 (24.04)		

续表1

特征	合计 (n=600)	非滞留组 (n=496)	滞留组 (n=104)	U/ χ^2 值	P值
气管拔管时间 (min) *	11.50 (8.00, 17.00)	10.00 (5.75, 15.00)	20.00 (15.00, 29.25)	12 167.000	<0.001
苏醒期躁动				-	<0.001 [#]
无	573 (95.50)	481 (96.98)	92 (88.46)		
有	27 (4.50)	15 (3.02)	12 (11.54)		
PACU期间恶心呕吐				28.617	<0.001
无	489 (81.50)	424 (85.48)	65 (62.50)		
有	111 (18.50)	72 (14.52)	39 (37.50)		
PACU期间谵妄				-	0.039 [#]
无	595 (99.17)	494 (99.60)	101 (97.12)		
有	5 (0.83)	2 (0.40)	3 (2.88)		
PACU期间呼吸抑制				-	0.173 [#]
无	599 (99.83)	496 (100.00)	103 (99.04)		
有	1 (0.17)	0 (0.00)	1 (0.96)		
PACU停留时间 (min) *	45 (35, 50)	40 (35, 45)	65 (60, 75)	<0.001	<0.001

注：*不符合正态分布的计量资料采用中位数和四分位数[M (P₂₅, P₇₅)]表示，采用Wilcoxon秩和检验进行组间比较；[#]采用Fisher确切概率法进行组间比较；BMI. 身体质量指数；ASA分级. 美国麻醉师协会分级；Hb. 血红蛋白；PLT. 血小板；K⁺. 钾离子；ALT. 丙氨酸氨基转移酶；AST. 门冬氨酸氨基转移酶；GGT. γ -谷氨酰转氨酶；PT. 凝血酶原时间；APTT. 活化部分凝血活酶时间；GLU. 血糖；PACU. 麻醉恢复室。

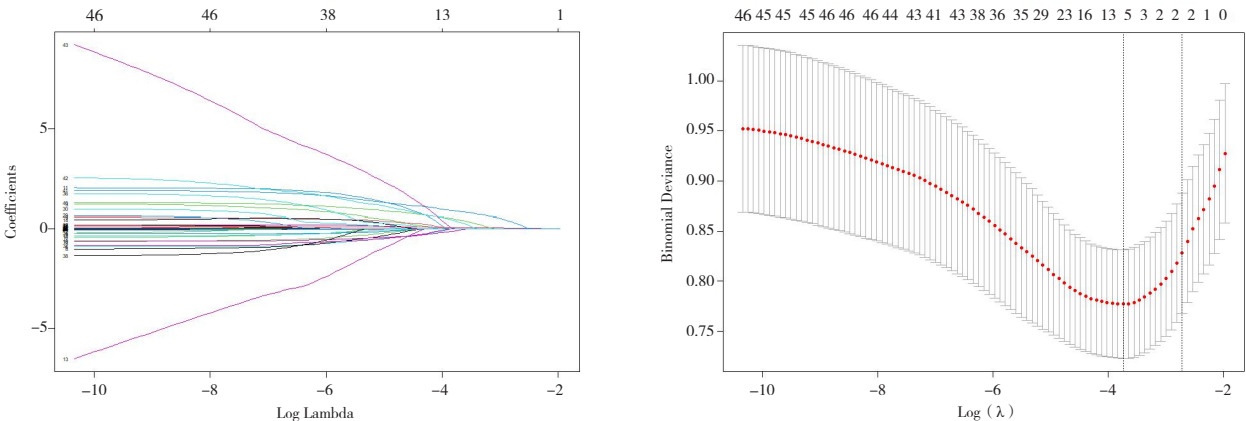


图1 Lasso回归分析结果
Figure 1. Results of Lasso regression analysis

注：A. 回归系数路径图；B. Lasso回归交叉验证曲线。

2.3 预测模型构建

以 K⁺ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐、PACU 期间谵妄为自变量，以 PACU 是否滞留为因变量（赋值方式：是=1，否=0）进行多因素 Logistic 回归分析，结果显示 K⁺ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐具有统计学意义。基于这 4 个自变量构建 Logistic 回归模型，结果显示 K⁺ 浓度越低 [OR=0.489, 95%CI (0.268, 0.874)]、气管拔管时间越长 [OR=1.110, 95%CI (1.080, 1.143)]、苏醒期发生躁动 [OR=3.368, 95%CI (1.273, 8.796)]、PACU 期间发生恶心呕吐 [OR=3.716, 95%CI (2.193, 6.292)] 是全麻 LC 患者 PACU 滞留的危险因素 (P < 0.05)，见表2。基于以上因素构建全麻 LC 患者 PACU 滞留的预测模型，

并绘制列线图，如图 2 所示。

2.4 预测模型评价

ROC 分析结果显示，模型的 AUC 为 0.803 [95%CI (0.755, 0.850)]，基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的结果显示 ROC 曲线的 AUC 为 0.803 [95%CI (0.756, 0.853)]，提示模型区分度较好，见图 3。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果显示模型与理想模型差异无统计学意义 ($\chi^2=1.660$, P=0.572)，基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的校准曲线显示，预测概率与实际发生概率基本拟合，提示模型的校准度较好，见图 4。基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的临床决策曲线显示，在阈值概率 0.00~0.68 的范围内，根据模型的预测概率来进行干预的临床净收益高于对所有人不进行干预和对所有人进行干预，提示模型临床效能较好，

表2 全麻LC患者PACU滞留危险因素的Logistic回归结果

Table 2. Logistic regression results of risk factors for PACU retention in LC patients under general anesthesia

	赋值方式	B 值	SE 值	Wald χ^2 值	OR 值 (95%CI)	P 值
常量		-0.711	1.228	0.336		0.562
K ⁺ (mmol/L)	数值	-0.716	0.301	5.651	0.489 (0.268, 0.874)	0.017
气管拔管时间 (min)	数值	0.104	0.014	52.759	1.110 (1.080, 1.143)	<0.001
苏醒期躁动						
否	0				Ref.	
是	1	1.214	0.490	6.147	3.368 (1.273, 8.796)	0.013
PACU 期间恶心呕吐						
否	0				Ref.	
是	1	1.313	0.268	23.955	3.716 (2.193, 6.292)	<0.001

注: K⁺.钾离子; PACU.麻醉恢复室。

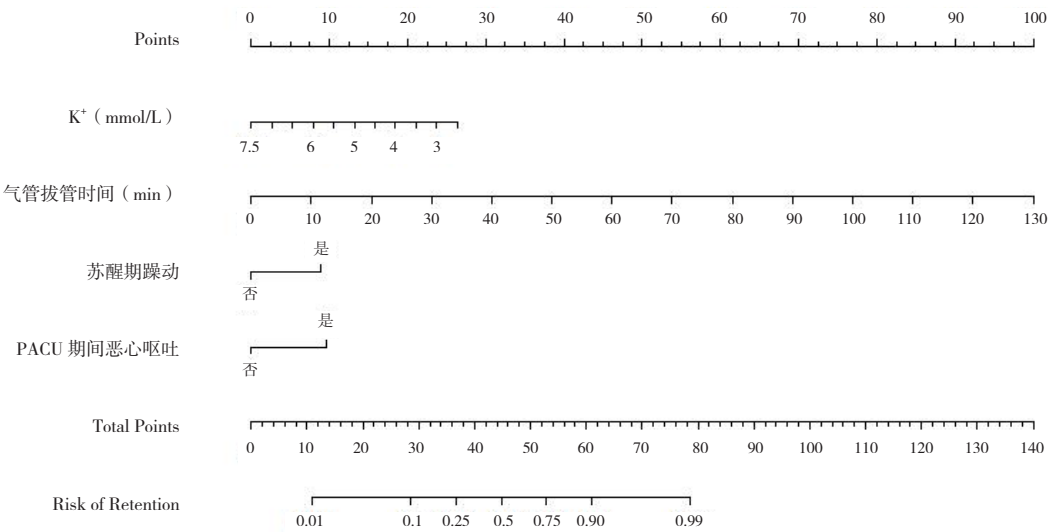


图2 全麻LC患者PACU滞留预测模型列线图

Figure 2. Nomogram of PACU retention prediction model for LC patients under general anesthesia

注: K⁺.钾离子; PACU.麻醉恢复室。

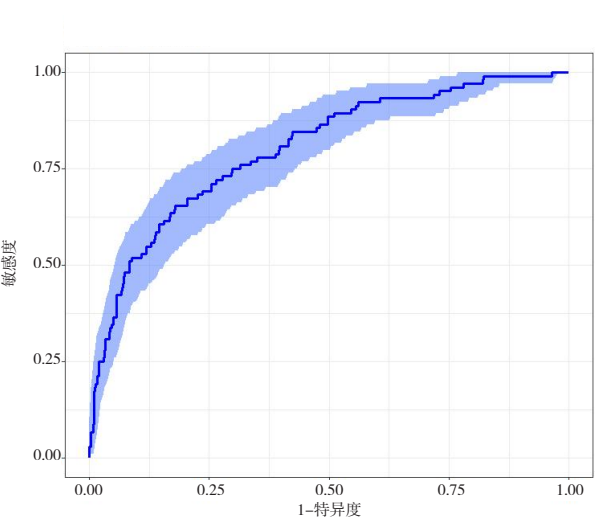


图3 全麻LC患者PACU滞留预测模型的ROC曲线
Figure 3. ROC curve of PACU retention prediction model for LC patients under general anesthesia

注: 阴影区间表示95%CI, 通过Bootstrap重抽样1 000次获得。

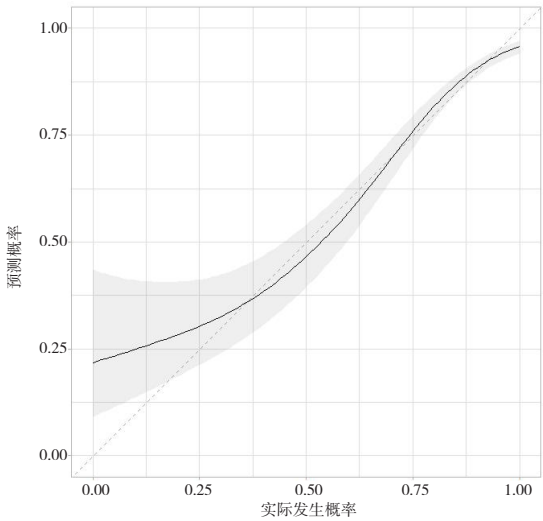


图4 全麻LC患者PACU滞留预测模型的校准曲线
Figure 4. Calibration curve of PACU retention prediction model for LC patients under general anesthesia

注: 阴影区间表示95%CI, 通过Bootstrap重抽样1 000次获得。

见图5；基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的临床影响曲线显示，当阈值概率大于 0.30 后，每 1 000 人中模型预测的 PACU 滞留人数和实际发生的 PACU 滞留人数出现重叠匹配，提示模型临床有效率较高，见图 6。

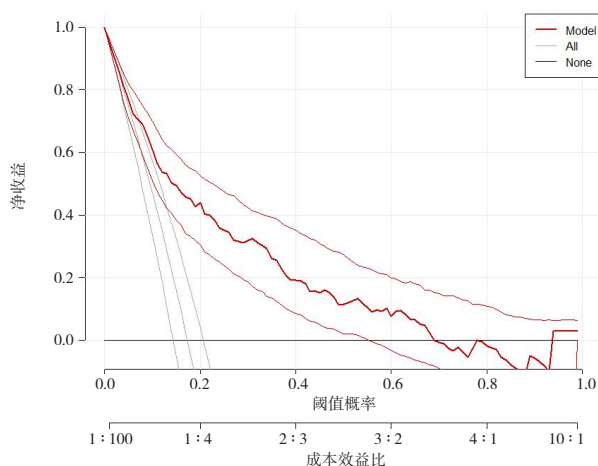


图5 全麻LC患者PACU滞留预测模型的临床决策曲线

Figure 5. Clinical decision curve of PACU retention prediction model for LC patients under general anesthesia

注：红色细线区间条表示95%CI，通过Bootstrap重抽样1 000次获得。

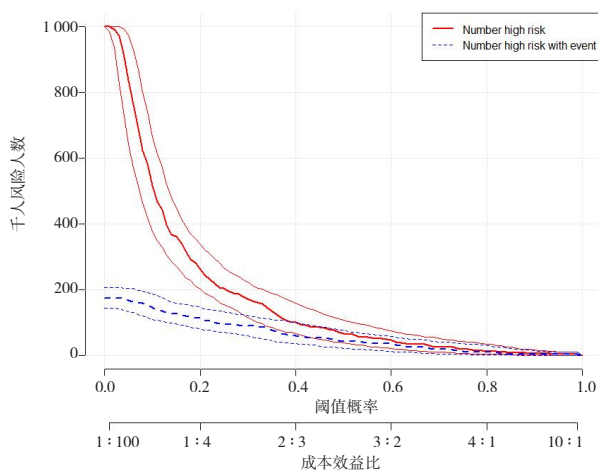


图6 全麻LC患者PACU滞留预测模型的临床影响曲线

Figure 6. Clinical impact curve of PACU retention prediction model for LC patients under general anesthesia

注：红色细线和蓝色虚线区间条表示对应的95%CI，通过Bootstrap重抽样1 000次获得。

3 讨论

PACU 是围手术期工作流程的一个组成部分，患者 PACU 停留时间过长可能会对患者预后产生影响，还会影响手术室和 PACU 的工作效率^[9-10]。

因此，针对 LC 这一普外科常见手术，本研究构建了 PACU 滞留的预测模型，以便麻醉师、护士及时识别 PACU 停留时间延长的患者并采取针对性措施。模型仅包含 K^+ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐 4 个影响因素，列线图简洁易用，方便麻醉医生快速使用。此外，基于 Bootstrap 重抽样 1 000 次的内部验证结果显示 AUC 为 0.803，校准曲线、临床决策曲线和临床影响曲线也提示模型具有较好的校准度、临床适用性和和有效性。

本研究结果显示，气管拔管时间越长的患者 PACU 滞留风险越高，与李冰^[11]、王敏^[12]等结果一致。拔管时间延长可能意味着患者的呼吸功能未能及时恢复，需要额外的呼吸支持和监测，从而延长了 PACU 停留时间^[13]。此外，拔管后，患者的吞咽反射和气道保护能力需要一定时间恢复^[14]，患者可能需要在 PACU 中停留更长时间以确保安全。

本研究结果显示，苏醒期躁动会增加患者 PACU 滞留风险。苏醒期躁动是患者从全身麻醉中醒来时神经系统过度兴奋的一种自限性状态，具体表现为兴奋、躁动和定向障碍并存，伴有肢体的无意识动作、无理性言语、哭喊或呻吟等行为^[15]。发生躁动的患者可能摘除面罩、鼻吸氧管，拔除气管导管、动静脉导管、导尿管和胃管、移去伤口包扎等事件，需要医护进行额外处理或观察从而增加 PACU 停留时间。手术与麻醉的双重作用下更易诱发苏醒期躁动等神经认知功能障碍^[16]。研究显示，吸入麻醉药、镇痛不全、苯二氮卓类药物等麻醉因素，以及留置引流管等是其影响因素^[17]，围手术期应针对这些因素采取针对性措施，减少躁动发生，避免延长 PACU 停留时间。

本研究结果显示，PACU 期间恶心呕吐也会增加患者 PACU 滞留风险。由于腹腔镜手术需要建立气腹使腹腔呈膨胀状态，压迫胃肠道等器官，导致胃内容物反流发生恶心呕吐^[18]。此外，麻醉、心理等多种因素相互作用致使其成为全麻手术后的常见并发症^[19]。恶心呕吐不仅会引起患者强烈的不适感，剧烈呕吐还会增加腹内压导致手术切口裂开、渗血，这些不良事件导致医护的照护负担增加并延长了 PACU 停留时间。

值得注意的是，本研究发现术前 K^+ 浓度是

全麻 LC 患者 PACU 滞留的影响因素, K^+ 浓度越低, 风险越大。可能原因是 LC 术前患者因胃肠道准备、禁食禁饮、并发基础疾病和服用药物等因素使得血液 K^+ 浓度降低, 甚至会出现低钾血症, 进而出现定向力丧失、腹胀、呕吐、呼吸困难及心律失常等症状^[20], 进而影响 PACU 的停留时间, 也提示麻醉医生术前访视时应关注患者的血钾浓度和相关症状, 提高对麻醉诱导药物可能引起的急性 K^+ 紊乱的警惕性, 预防术中和 PACU 期间由 K^+ 紊乱引起的并发症。

本研究也存在一定不足。首先, 本研究数据仅来自一家医院, 且未进行外部验证, 可能会限制研究结果的外推性; 其次, 本研究未纳入部分可能的影响因素, 限制了预测模型的准确性。例如, 部分研究结果显示术中低体温是其他手术患者 PACU 滞留的影响因素^[6, 21], 但本院麻醉科采取了多种保温措施, 本研究纳入的研究对象均未发生低体温。未来可进一步纳入多家医院数据并收集更加全面的数据以进一步分析构建 LC 患者 PACU 停留时间的预测模型。

综上, 本研究构建的包含 K^+ 浓度、气管拔管时间、苏醒期躁动、PACU 期间恶心呕吐的用于预测全麻 LC 患者 PACU 滞留的模型具有较好的区分度、校准度、临床适用性和有效性, 可用于帮助预测 LC 患者滞留风险, 提高 PACU 工作效率。

伦理声明: 本研究获四川省绵竹市人民医院伦理委员会审批 (批号: 2024-KI-005)

作者贡献: 研究设计: 谢斌、欧怡; 数据收集与论文撰写: 欧怡; 研究指导与论文修改: 韩佳、谢斌

数据获取: 本研究中使用和 (或) 分析的数据可联系通信作者获取

利益冲突声明: 无

致谢: 不适用

参考文献

- 1 Mou D, Tesfasilassie T, Hirji S, et al. Advances in the management of acute cholecystitis[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2019, 3(3): 247–253. DOI: [10.1002/ags3.12240](https://doi.org/10.1002/ags3.12240).
- 2 Csikesz N, Ricciardi R, Tseng JF, et al. Current status of surgical management of acute cholecystitis in the United States[J]. *World J Surg*, 2008, 32(10): 2230–2236. DOI: [10.1007/s00268-008-9679-5](https://doi.org/10.1007/s00268-008-9679-5).
- 3 杨涵钦. 腹腔镜胆囊切除术后恶心呕吐列线图预测模型的构建与验证[D]. 南昌: 南昌大学, 2024. [Yang HQ. Construction and validation of a nomogram predictive model for postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy[D]. Nanchang: Nanchang University, 2024.] DOI: [10.27232/d.cnki.gnchu.2024.003683](https://doi.org/10.27232/d.cnki.gnchu.2024.003683).
- 4 於凤玲. 全身麻醉患者术后延迟出 PACU 的影响因素分析[D]. 南宁: 广西医科大学, 2019. [Yu FL. The influence factors of delay the pacu postoperatively in patients with generalanesthesia[D]. Nanning: Guangxi Medical University, 2019.] <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/ChhUaGVzaXNOZXdTmJmYyNDA5MjAxNTE3MjUSCFkzNTU1NzAwGghjdTdnMjc0MQ%3D%3D>
- 5 Mann–Farrar J, Egan E, Higgins A, et al. Are postoperative clinical outcomes influenced by length of stay in the postanesthesia care unit?[J] *J Perianesth Nurs*, 2019, 34(2): 386–393. DOI: [10.1016/j.jopan.2018.07.004](https://doi.org/10.1016/j.jopan.2018.07.004).
- 6 刘婷, 彭晓晴, 胡珊珊. 全膝关节置换术全麻患者术后滞留麻醉苏醒室的影响因素分析[J]. *临床护理杂志*, 2023, 22(3): 63–65. [Liu T, Peng XQ, Hu SS. Analysis of influencing factors on postoperative retention anesthesia recovery room in patients undergoing total knee arthroplasty under general anesthesia[J]. *Journal of Clinical Nursing*, 2023, 22(3): 63–65.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-8933.2023.03.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8933.2023.03.020).
- 7 郭玉梅, 凌美凤, 林贞. 全身麻醉患者术后滞留麻醉恢复室的影响因素分析[J]. *医疗装备*, 2024, 37(6): 129–131. [Guo YM, Ling MF, Lin Z. Analysis of influencing factors on postoperative retention in anesthesia recovery room for patients undergoing general anesthesia[J]. *Chinese Journal of Medical Device*, 2024, 37(6): 129–131.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-2376.2024.06.037](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-2376.2024.06.037).
- 8 Spear RM, Yaster M, Berkowitz ID, et al. Preinduction of anesthesia in children with rectally administered midazolam[J]. *Anesthesiology*, 1991, 74(4): 670–674. DOI: [10.1097/0000542-199104000-00009](https://doi.org/10.1097/0000542-199104000-00009).
- 9 Waddle JP, Evers AS, Piccirillo JF. Postanesthesia care unit length of stay: quantifying and assessing dependent factors[J]. *Anesth Analg*, 1998, 87(3): 628–633. DOI: [10.1097/0000539-199809000-00026](https://doi.org/10.1097/0000539-199809000-00026).
- 10 Ehrenfeld JM, Dexter F, Rothman BS, et al. Lack of utility of a decision support system to mitigate delays in admission from the operating room to the postanesthesia care unit[J]. *Anesth Analg*, 2013, 117(6): 1444–1452. DOI: [10.1213/ANE.0b013e3182a8b0bd](https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182a8b0bd).
- 11 李冰, 刘瑶, 刘新民, 等. 全麻食管癌根治术患者 PACU–LOS 延长的危险因素及预测模型建立[J]. *中华麻醉学杂志*, 2024, 44(1): 20–25. [Li B, Liu Y, Liu XM, et al. Risk factors for prolonged length of stay in post-anesthesia care unit and development of a prediction model in patients undergoing radical esophagectomy[J]. *Chinese Journal of Anesthesiology*, 2024, 44(1): 20–25.] DOI: [10.3760/cma.j.cn131073.20230621.00105](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn131073.20230621.00105).
- 12 王敏, 范婧婧, 许一凡, 等. 肥胖患者胃减容术后麻醉恢复室延迟转出的危险因素分析[J]. *江苏医药*, 2024, 50(10): 1020–

1024. [Wang M, Fan JJ, Xu YF, et al. Analysis of risk factors for delayed leaving postanesthesia care unit after bariatric surgery in obese patients[J]. Jiangsu Medical Journal, 2024, 50(10): 1020–1024.] DOI: [10.19460/j.cnki.0253-3685.2024.10.012](https://doi.org/10.19460/j.cnki.0253-3685.2024.10.012).
- 13 Liu SK, Chen G, Yan B, et al. Adverse respiratory events increase post-anesthesia care unit stay in China: a 2-year retrospective matched cohort study[J]. Curr Med Sci, 2019, 39(2): 325–329. DOI: [10.1007/s11596-019-2038-y](https://doi.org/10.1007/s11596-019-2038-y).
- 14 韩瑾, 曾莉, 李荣青, 等. 神经外科手术患者拔管后吞咽障碍恢复时间及影响因素分析 [J]. 中国实用护理杂志, 2023, 39(26): 2013–2019. [Han J, Zeng L, Li RQ, et al. Analysis on the recovery time and influencing factors of deglutition disorders after extubation in neurosurgery patients[J]. Chinese Journal of Practical Nursing, 2023, 39(26): 2013–2019.] DOI: [10.3760/cma.j.cn211501-20230114-00117](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn211501-20230114-00117).
- 15 耿梦慧, 朱敏奎, 许晓萌, 等. 老年人全身麻醉术后苏醒期躁动的研究进展 [J]. 现代临床医学, 2024, 50(6): 456–458, 470. [Geng MH, Zhu MK, Xu XM, et al. Research progress on agitation during the recovery period after general anesthesia in elderly patients[J]. Journal of Modern Clinical Medicine, 2024, 50(6): 456–458, 470.] DOI: [10.11851/j.issn.1673-1557.2024.06.015](https://doi.org/10.11851/j.issn.1673-1557.2024.06.015).
- 16 查超超, 李峙林, 王英伟, 等. 围手术期睡眠紊乱与神经认知功能障碍 [J]. 解放军医学杂志, 2024, 49(10): 1099–1104. [Zha CC, Li ZL, Wang YW, et al. Sleep disorders and perioperative neurocognitive dysfunction[J]. Medical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2024, 49(10): 1099–1104.] DOI: [10.11855/j.issn.0577-7402.1265.2024.0612](https://doi.org/10.11855/j.issn.0577-7402.1265.2024.0612).
- 17 冯昭妍, 张松, 俞卫锋. 成人全麻后苏醒期躁动的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(7): 769–772. [Feng ZY, Zhang S, Yu WF. Advances in emergence agitation after general anesthesia in adults patients[J]. Journal of Clinical Anesthesiology, 2021, 37(7): 769–772.] DOI: [10.12089/jca.2021.07.022](https://doi.org/10.12089/jca.2021.07.022).
- 18 陈莉. 全麻患者在麻醉恢复室发生恶心、呕吐的观察与复苏护理对策 [J]. 实用临床护理学电子杂志, 2020, 5(1): 31, 36. [Chen L. Observation and resuscitation nursing strategies for nausea and vomiting in anesthesia recovery room of general anesthesia patients[J]. Electronic Journal of Practical Clinical Nursing Science, 2020, 5(1): 31, 36.] DOI: [CNKISUN:SLHL.0.2020-01-027](https://doi.org/CNKISUN:SLHL.0.2020-01-027).
- 19 朱成云, 梁燕红, 覃秋海. 全身麻醉术后恶心呕吐防治的研究进展 [J]. 中国医学创新, 2024, 21(8): 174–178. [Zhu CY, Liang YH, Qin QH. Research progress in the prevention and treatment of nausea and vomiting after general anesthesia surgery[J]. Medical Innovation of China, 2024, 21(8): 174–178.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4985.2024.08.039](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2024.08.039).
- 20 王宁, 石玉博, 宋建利, 等. 非心脏手术患者围手术期钾离子紊乱的病理生理学及其治疗和预防的研究进展 [J]. 吉林大学学报 (医学版), 2021, 47(5): 1314–1322. [Wang N, Shi YB, Song JL, et al. Research progress in pathophysiology, treatment and prevention of perioperative potassium disturbance in non-cardiac surgery patients[J]. Journal of Jilin University (Medicine Edition), 2021, 47(5): 1314–1322.] DOI: [10.13481/j.1671-587X.20210533](https://doi.org/10.13481/j.1671-587X.20210533).
- 21 何斌斌. 胸腔镜手术患者滞留 PACU 的影响因素分析 [J]. 中国现代医生, 2024, 62(25): 53–56. [He BB. Analysis of influencing factors of PACU retention in patients after thoracoscopic surgery[J]. China Modern Doctor, 2024, 62(25): 53–56.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-9701.2024.25.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9701.2024.25.011).
- 收稿日期: 2025 年 01 月 05 日 修回日期: 2025 年 02 月 15 日
本文编辑: 李绪辉 曹 越

引用本文: 欧怡, 韩佳, 谢斌. 全麻腹腔镜胆囊切除术患者麻醉恢复室滞留预测模型构建 [J]. 医学新知, 2025, 35(3): 271–280. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202501023](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202501023).

Ou Y, Han J, Xie B. Prediction model construction for postanesthesia care unit retention in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia [J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2025, 35(3): 271–280. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202501023](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202501023).