

# 非心脏手术后延迟拔管的危险因素分析及预测模型建立

周亚青 邵陆怡 罗冬雪 岳子川 施敏 谷中亚 段满林 徐苗苗

**【摘要】** 目的 探讨非心脏手术后延迟拔管的危险因素并建立预测模型。方法 回顾性分析 2020 年 9—10 月接受非心脏手术且术后于 PACU 进行麻醉苏醒的 1 009 例患者临床资料。根据术后是否出现延迟拔管将患者分为两组:延迟拔管组(拔管时间>1 h)和非延迟拔管组(拔管时间≤1 h)。采用 LASSO 回归和多因素 Logistic 回归建立预测模型,受试者工作特征(ROC)曲线、曲线下面积(AUC)和决策曲线分析评估该预测模型对非心脏手术后延迟拔管的预测价值。结果 发生延迟拔管 253 例(25.1%)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,ACCI 评分(≥3 分)、BMI(≤22.66 kg/m<sup>2</sup>)、术中罗库溴铵的使用、术中输血、手术时间(≥166 min)、留置导尿管、PACU 内丙泊酚的使用和 PACU 内血管活性药物的使用是术后延迟拔管的独立危险因素( $P<0.05$ )。预测模型的 AUC 为 0.730(95%CI 0.695~0.765,  $P<0.001$ ),敏感性 81.4%,特异性 55.4%。决策曲线分析显示,该预测模型对延迟拔管的预测具有重要临床价值。结论 ACCI 评分(≥3 分)、BMI(≤22.66 kg/m<sup>2</sup>)、术中罗库溴铵的使用、术中输血、手术时间(≥166 min)、留置导尿管、PACU 内丙泊酚的使用和 PACU 内血管活性药物的使用是非心脏手术后延迟拔管的危险因素,基于以上危险因素建立的模型具有较好的预测价值。

**【关键词】** 非心脏手术;延迟拔管;危险因素;预测模型

**Risk factors analysis and prediction model establishment of delayed extubation after non-cardiac surgery** ZHOU Yaqing, SHAO Luyi, LUO Dongxue, YUE Zichuan, SHI Min, GU Zhongya, DUAN Manlin, XU Miaomiao. Department of Pain Management, the Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214062, China

Corresponding author: XU Miaomiao, Email: 13912964183@163.com

**【Abstract】** **Objective** To investigate the risk factors of delayed extubation after non-cardiac surgery and establish a predictive model. **Methods** Retrospective analysis of 1 009 patients who underwent non-cardiac surgery and underwent postoperative anesthesia awakening in PACU from September to October 2020. The patients were divided into two groups according to whether extubation was delayed during anesthesia recovery: delayed extubation group (extubation time exceeded 1 hour) and non-delayed extubation group (extubation time did not exceed 1 hour). LASSO and multivariate logistic regression were used to establish a predictive model. Receiver operating characteristic (ROC) curve, area under the curve (AUC) and decision curve were analyzed to evaluate the predictive value of the predictive model for delayed extubation after non-cardiac surgery. **Results** There were 253 patients (25.1%) in the delayed extubation group. The results of multivariate Logistic regression analysis showed that ACCI score (≥3 points), BMI (≤22.66 kg/m<sup>2</sup>), intraoperative use of rocuronium bromide, intraoperative blood transfusion, operative time (≥166 minutes), indwelling catheter, use of propofol in PACU, and use of vasoactive drugs in PACU were independent predictors of delayed postoperative extubation. The AUC of predictive model was 0.730 (95% CI 0.695–0.765,  $P < 0.001$ ), and sensitivity was 81.4%, and specificity was 55.4%. The analysis of decision curve showed that this prediction model has important clinical value for the prediction of delayed extubation. **Conclusion** ACCI score (≥3 points), BMI (≤22.66 kg/m<sup>2</sup>), intraoperative use of rocuronium bromide, intraoperative blood transfusion, operation time (≥166 minutes), indwelling catheter, use of propofol in PACU, and use of vasoactive drugs in PACU have significant predictive value for delayed extubation after general anesthesia.

**【Key words】** Non-cardiac surgery; Delayed extubation; Risk factors; Prediction model

DOI: 10.12089/jca.2023.09.005

作者单位:214062 无锡市,江南大学附属医院疼痛科(周亚青);昆山市第一人民医院麻醉科(邵陆怡);南京市儿童医院麻醉科(罗冬雪);南京大学医学院附属鼓楼医院疼痛医学科(岳子川);海军军医大学第一附属医院麻醉科(施敏);南京大学医学院附属金陵医院麻醉科(谷中亚、段满林、徐苗苗)

通信作者:徐苗苗,Email: 13912964183@163.com

术后延迟拔管不但增加患者术后并发症还可造成医疗资源浪费<sup>[1-2]</sup>,明确术后延迟拔管的危险因素至关重要。心脏、肝脏等手术患者易发生延迟拔管,其主要原因是心脏、肝脏等手术创伤大,因此术后需要较长的机械通气时间<sup>[3]</sup>。目前,尚缺乏关于非心脏手术后延迟拔管危险因素的相关研究。本研究通过回顾性分析接受全麻手术患者的临床资料,探讨非心脏手术后延迟拔管的危险因素,以期为临床提供参考。

## 资料与方法

**一般资料** 本研究经医院医学伦理委员会批准(2022NZKY-010-01)。选择 2020 年 9—10 月接受非心脏手术且术后于麻醉后监护室(post-anesthesia care unit, PACU)进行麻醉苏醒的患者。排除标准:围术期资料不完整, NYHA III 级或以上,手术前 30 d 内多次手术,年龄 < 18 岁, ASA IV 级或以上,术中不使用喉罩通气。

**麻醉方法** 入室后监测 SpO<sub>2</sub>、ECG、HR、MAP,根据患者情况及手术需求监测中心静脉压。麻醉诱导:静脉注射丙泊酚 1.5~2.5 mg/kg、舒芬太尼 0.4~0.6 μg/kg、咪达唑仑 0.03~1.00 mg/kg、罗库溴铵 0.2~1.5 mg/kg 或顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg。麻醉诱导后气管插管并行机械通气,参数为:V<sub>T</sub> 6~10 ml/kg, RR 12~18 次/分。麻醉维持:吸入 0%~4% 七氟醚,静脉泵注丙泊酚 4~12 mg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>、瑞芬太尼 0.05~0.10 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> 和顺式阿曲库铵 0.05~0.10 mg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>。术中由麻醉科医师评估并决策液体管理方案。根据 2016 年美国血库协会输血指南<sup>[4]</sup>和术中生命体征进行个体化输血:Hb < 70 g/L 时输注红细胞;Hb ≥ 70 g/L 时结合术中失血量和生命体征由麻醉科医师和外科医师共同决定是否输血。术毕均转运至 PACU,由麻醉科医师于患者清醒状态下拔管,必要时辅以氟马西尼、新斯的明拮抗麻醉药物残留作用。拔管后均予鼻导管吸氧。拔管时间超过 1 h 会增加临床并发症的风险<sup>[2,5]</sup>,故本研究根据术后拔管时间是否超过 1 h 判断是否发生延迟拔管。根据术后是否出现延迟拔管将患者分为两组:延迟拔管组和非延迟拔管组。

**PACU 拔管标准:**患者完全清醒,呼之能应;咽喉反射、吞咽反射、咳嗽反射已完全恢复;潮气量和每分钟通气量恢复正常,脱离呼吸机后自主呼吸维持 SpO<sub>2</sub> > 94%, V<sub>T</sub> 6~8 ml/kg;预计拔管后无引起呼吸道梗阻的因素存在<sup>[6]</sup>。

**数据收集** 检索住院电子病历系统、电子麻醉记录单和瑞美实验室管理系统,由两名研究人员同时收集患者的临床资料,收集完成后对数据进行校对,由另一名研究人员对存在差异的数据进行再次检索录入。一般资料:性别、年龄、BMI、ASA 分级、术前合并症、吸烟史、饮酒史、术前 Hb 浓度。术中指标:手术类型及种类、术中麻醉用药、术中输血、术中液体入量、手术时间、导尿管留置。术后指标:PACU 用药、拔管时间(手术结束至拔除气管导管的时间)、PACU 滞留时间。ACCI 量表共纳入 19 个不同的 Charlson 合并症,通过计算患者所有合并症的总分再与年龄积分相加得到 ACCI<sup>[7]</sup>。

**统计分析** 采用 R 4.1.2 软件进行数据分析。采用 Shapiro-Wilk 方法以及分布直方图对计量资料进行正态性检验,正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;非正态分布计量资料以中位数(*M*)和四分位数间距(IQR)表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法。采用 LASSO 回归模型进行变量选择,通过交叉验证选择模型中最优调和参数  $\lambda$ ,筛选导致延迟拔管的影响因素。采用多因素 Logistic 分析对纳入的多个因素进行筛选。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线并采用曲线下面积(area under the curve, AUC)进行评价模型准确性。绘制临床决策曲线(decision curve analysis, DCA)检验预测模型的临床获益和应用价值<sup>[8-9]</sup>。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究初始纳入 1 432 例,排除围术期资料记录不全 76 例,术前 30 d 内多次手术 37 例,年龄 < 18 岁 14 例, ASA IV 级及以上 8 例,术中不使用喉罩通气 288 例,最终纳入 1 009 例。其中延迟拔管组有 253 例(25.1%),非延迟拔管组有 756 例(74.9%)。两组一般情况、术中情况和 PACU 用药情况见表 1。所有患者在 PACU 停留期间未发生再插管及严重低氧血症。

采用 LASSO 回归模型分析,通过交叉检验法选择最佳  $\lambda$  值,折叠次数为 10 次。本研究选择  $\lambda$  值为 0.033,此时进入模型的变量有: BMI、ACCI 评分、ASA 分级、术中不使用罗库溴铵、术中输血、手术时间、留置导尿管、术后使用血管活性药、术后使用丙泊酚。随着  $\lambda$  值增大,模型选择主要变量的功能变

表 1 两组患者一般情况、术中情况、PACU 内用药情况的比较

指标	非延迟拔管组 (n=756)	延迟拔管组 (n=253)	P 值	指标	非延迟拔管组 (n=756)	延迟拔管组 (n=253)	P 值
年龄(岁)	49.84±14.59	58.32±13.30	<0.001	舒芬太尼(μg)	40.00 (35.00~40.00)	40.00 (35.00~45.00)	0.071
男/女(例)	416/340	144/109	0.652	瑞芬太尼(mg)	1.00 (1.00~1.00)	1.00 (1.00~1.00)	<0.001
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.79±3.71	23.05±3.38	0.005	顺式阿曲库铵(mg)	30.00 (20.00~35.00)	30.00 (20.00~40.00)	0.039
ACCI 评分(分)	2.23±1.72	3.09±2.03	<0.001	咪达唑仑(mg)	2.00 (2.00~3.00)	2.00 (2.00~3.00)	0.205
ASA 分级[例(%)]			<0.001	罗库溴铵[例(%)]	441(58.3)	177(70.0)	0.001
I 级	60(7.9)	11(4.3)		右美托咪定[例(%)]	330(43.7)	129(51.0)	0.050
II 级	650(86.0)	205(81.0)		氟比洛芬酯[例(%)]	554(73.3)	190(75.1)	0.627
III 级	46(6.1)	37(14.6)		帕瑞昔布钠[例(%)]	78(10.3)	35(13.8)	0.156
高血压[例(%)]	217(28.7)	84(33.2)	0.203	术中血管活性药[例(%)]			0.259
吸烟史[例(%)]	121(16.0)	46(18.2)	0.479	未用	193(25.5)	56(22.1)	
饮酒史[例(%)]	100(13.2)	36(14.2)	0.766	升压药 <sup>a</sup>	8(1.1)	1(0.4)	
术前 Hb(g/L)	129.66±19.51	125.80±20.52	0.007	降压药 <sup>b</sup>	538(71.2)	186(73.5)	
手术类型[例(%)]			0.090	均用	17(2.2)	10(4.0)	
急诊手术	34(4.5)	19(7.5)		术中输血[例(%)]	34(4.5)	36(14.2)	<0.001
择期手术	722(95.5)	234(92.5)		术中净入量(ml)	845.02±375.01	945.69±539.81	0.001
手术种类[例(%)]			0.004	手术时间(min)	148.72±75.06	190.56±105.17	<0.001
肾移植手术	21(2.8)	3(1.2)		留置导尿管[例(%)]	640(84.7)	241(95.3)	<0.001
颅脑手术	107(14.2)	53(20.9)		PACU 内用药[例(%)]			
头颈部手术	115(15.2)	16(6.3)		镇痛药 <sup>c</sup>	16(2.1)	8(3.2)	0.480
腹部手术	192(25.4)	69(27.3)		丙泊酚	148(19.6)	75(29.6)	0.001
泌尿手术	137(18.1)	46(18.2)		新斯的明	61(8.1)	31(12.3)	0.061
妇科手术	29(3.8)	9(3.6)		氟马西尼	75(9.9)	40(15.8)	0.015
骨科手术	140(18.5)	54(21.3)		PACU 内血管活性药[例(%)]			<0.001
胸部手术	15(2.0)	3(1.2)		未用	731(96.7)	227(89.7)	
术中用药				升压药 <sup>a</sup>	6(0.8)	7(2.8)	
丙泊酚(mg)	1 100.00 (700.00~1 300.00)	1 300.00 (900.00~1 460.00)	<0.001	降压药 <sup>b</sup>	19(2.5)	19(7.5)	
七氟醚(ml)	0.00 (0.00~30.00)	0.00 (0.00~30.00)	0.190				

注：<sup>a</sup>升压药包括去氧肾上腺素、去甲肾上腺素、肾上腺素、多巴胺；<sup>b</sup>降压药包括乌拉地尔、尼卡地平；<sup>c</sup>镇痛药包括地佐辛、舒芬太尼、曲马多

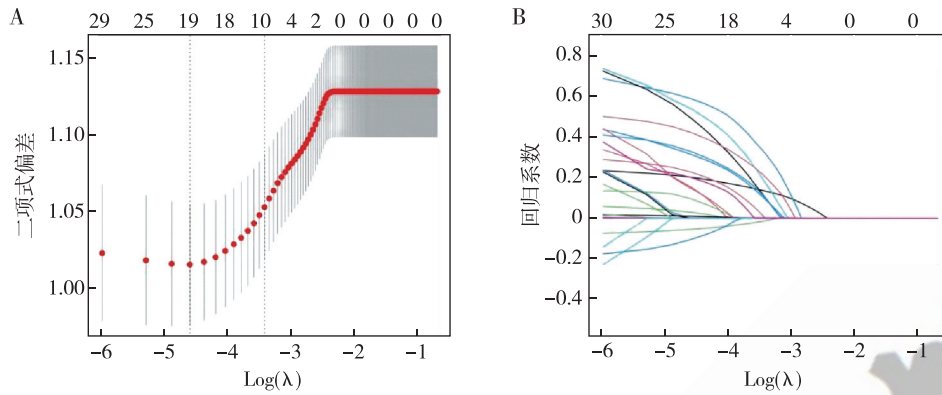
强(图 1)。

通过对 LASSO 回归筛选的变量行多因素 Logistic 回归分析表明,高 ACCI 评分(ACCI 评分 ≥ 3 分)是延迟拔管的独立危险因素。此外,低 BMI (BMI ≤ 22.66 kg/m<sup>2</sup>)、术中使用罗库溴铵、术中输血、手术时间延长(手术时间 ≥ 166 min)、留置导尿

管、PACU 内使用丙泊酚、PACU 内使用升压药、PACU 内使用降压药也与延迟拔管相关(表 2)。

根据多因素 Logistic 回归分析结果进一步建立预测模型,模型的表达式为  $\text{Logit}(P) = -2.670 + 0.222 \times \text{ACCI 评分} \geq 3 \text{ 分} (\text{是} = 1, \text{否} = 0) - 0.076 \times \text{BMI} \leq 22.66 \text{ kg/m}^2 (\text{是} = 1, \text{否} = 0) + 0.700 \times \text{术中使$





注:图 A 纵坐标代表目标参量,下横坐标代表  $\log(\lambda)$ ,上横坐标是该模型中非零系数变量的个数;两条虚线代表两个特殊的  $\lambda$  值即  $\text{Lambda.min}$  和  $\text{Lambda.1se}$ ;图 B 显示随着  $\lambda$  值的变化模型变量的筛选情况,每条曲线代表每一个自变量系数的变化轨迹,纵坐标是系数的值,下横坐标是  $\log(\lambda)$ ,上横坐标是此时模型中非零系数的个数

图 1 LASSO 回归筛选变量

表 2 延迟拔管的多因素 Logistic 回归分析

因素	OR	95%CI	P 值
ACCI 评分 $\geq 3$ 分	1.253	(1.150~1.368)	<0.001
BMI $\leq 22.66 \text{ kg/m}^2$	0.928	(0.888~0.970)	0.001
ASA II 级	0.784	(0.397~1.669)	0.503
ASA III 级	1.622	(0.708~3.901)	0.264
术中使用罗库溴铵	2.074	(1.489~2.916)	<0.001
术中输血	2.134	(1.196~3.807)	0.010
手术时间延长	1.004	(1.002~1.006)	<0.001
留置导尿管	2.137	(1.131~4.377)	0.027
丙泊酚 <sup>a</sup>	1.659	(1.164~2.355)	0.005
升压药 <sup>b</sup>	3.450	(1.027~11.836)	0.043
降压药 <sup>c</sup>	2.455	(1.205~5.005)	0.013

注:<sup>a</sup>术后在 PACU 内使用丙泊酚;<sup>b</sup>PACU 内使用升压药包括去氧肾上腺素、去甲肾上腺素、肾上腺素、多巴胺;<sup>c</sup>PACU 内使用降压药包括乌拉地尔、尼卡地平

罗库溴铵(是=1,否=0)+0.699×术中输血(是=1,否=0)+0.004×手术时间延长(是=1,否=0)+0.692×留置导尿管(是=1,否=0)+0.487×PACU 内使用丙泊酚(是=1,否=0)+0.508×PACU 内使用血管活性药(是=1,否=0)。通过绘制 ROC 曲线及计算 AUC 评估该预测模型,结果显示 AUC 为 0.730 (95%CI 0.695~0.765,  $P<0.001$ ),截断值为 0.368,敏感性 81.4%,特异性 55.4%,提示该预测模型具有较好地预测能力(图 2)。

决策曲线分析显示,上述预测模型对延迟拔管的预测具有重要临床价值。进一步做临床影响曲

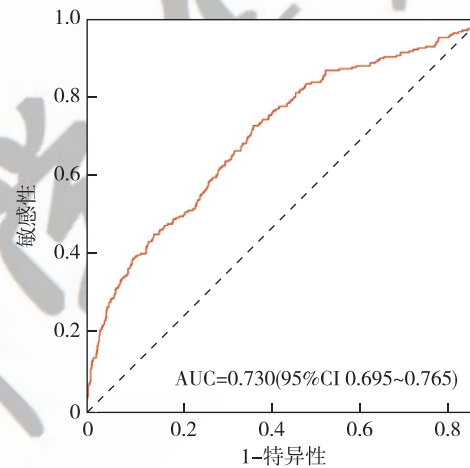


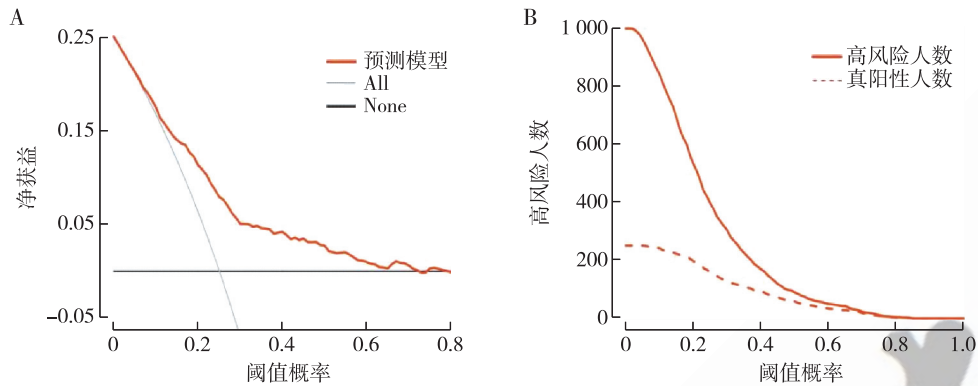
图 2 非心脏手术后延迟拔管预测模型的 ROC 曲线图

线分析,假设 1 000 例患者采用上述模型预测延迟拔管,得到的预测患者例数和实际患者例数的情况比较,在阈值概率  $>0.7$  时,被模型划分为高风险的人数与真阳性人数较接近(图 3)。

## 讨论

延迟拔管易对患者循环系统和呼吸系统造成损伤,导致呼吸机相关性肺炎、肺纤维化、呼吸机依赖、心律失常等并发症,且延长住院时间,增加经济负担<sup>[10]</sup>。Vannucci 等<sup>[2]</sup>研究表明,手术结束至拔除气管导管的时间  $>1 \text{ h}$  时,可能会导致术后早期呼吸系统并发症。Mandell 等<sup>[5]</sup>研究表明,肝移植术后 1 h 内拔管可明显减少围术期的并发症。故本研究将术后 1 h 定为延迟拔管的临界值。

ACCI 将患者的合并症进行分类和评分,以期预测患者围术期并发症的发生,使术前评估更加简



注:图 A 为临床决策曲线,以净获益率为纵坐标,高风险阈值为横坐标,绘制 DCA 曲线;None 线代表所有患者不会发生阳性事件,此时净获益值恒为 0;All 线代表患者均会发生阳性事件,随着阈值增大,净获益值逐渐减小。图 B 为临床影响曲线,红色曲线(高风险人数)表示,在各个阈值概率下,被模型划分为阳性(高风险)的例数;蓝色曲线(真阳性人数)为各个阈值概率下真阳性的例数

图 3 临床决策曲线和临床影响曲线图

便。其包括合并症和患者的年龄,反映了患者入院时的总体健康状况。Ondeck 等<sup>[11]</sup>研究年龄、ACCI 评分和 ASA 分级对髋关节置换术后不良结局的预测作用,结果表明 ASA 分级和年龄对围术期不良结局的预测效能比 ACCI 评分更高。本研究中 ASA 分级并未表现出明显的预测效能,而高 ACCI 评分是延迟拔管的危险因素。原因可能是 Ondeck 等研究局限于进行全髋关节置换术的患者,术式单一,且结局事件不包含延迟拔管或长时间机械通气。Lakomkin 等<sup>[12]</sup>研究表明,较高的术前 ACCI 评分(OR = 1.12, 95%CI 1.05 ~ 1.20,  $P = 0.001$ )是髋部骨折患者术后长时间(>48 h)的呼吸机使用的独立危险因素,本研究结果与此一致。

本研究通过 Lasso Logistic 回归筛选与延迟拔管相关的变量并进行多因素 Logistic 回归分析结果显示,除 ACCI 评分对延迟拔管具有显著的预测效能外,低 BMI( $\leq 22.66 \text{ kg/m}^2$ )、术中罗库溴铵的使用、留置导尿管、术中输血、手术时间延长( $\geq 166 \text{ min}$ )、PACU 内使用丙泊酚、PACU 内使用血管活性药也是术后延迟拔管的独立预测因素。低 BMI 发生术后并发症风险增加<sup>[13]</sup>。Joshi 等<sup>[14]</sup>研究分析了影响先天性心脏病术后 24 h 内拔除气管插管的因素,结果表明低体重者的有创通气时间延长,术后带管时间延长。在校正混杂因素后,仍然提示较低的 BMI 是延迟拔管的独立危险因素。这可能与低 BMI 患者的生理储备和脂肪储存较少,易受到不良事件的影响<sup>[15]</sup>。

罗库溴铵易在体内蓄积,多次追加时,可增加术后残余肌松的几率,尤其是在时间短的手术中可

能会导致苏醒延迟<sup>[16]</sup>。此外,肝脏、肾脏功能异常患者术后残余肌松的发生率升高,从而导致苏醒时间的延长以及延迟拔管<sup>[17]</sup>。本研究结果显示,与术中未输血的患者比较,术中输血患者更易发生拔管延迟。术中大量血液丢失,会增加脑损伤的风险,而大量输血易造成电解质紊乱,从而造成拔管延迟。此外,手术时间较长,则麻醉药的使用量增加,麻醉药的作用时间也延长,从而延迟拔管。Yassari 等<sup>[18]</sup>研究表明,接受长时间手术的患者,延迟拔管与入住 ICU 的风险增加,本研究结果与此一致。

在全身麻醉手术过程中留置导尿管会导致患者在麻醉苏醒期出现导尿管相关膀胱刺激征,一定程度上降低患者的苏醒质量,影响患者的拔管时机。在本研究中,患者在麻醉苏醒期使用丙泊酚即表示其出现苏醒期躁动。苏醒期躁动可对术后恢复都造成不良影响,延长手术患者的住院时间,增加相应的医疗费用<sup>[19-20]</sup>。Huett 等<sup>[21]</sup>建议有经验的麻醉科医师可使用丙泊酚来控制患者麻醉苏醒期的躁动。麻醉科医师及时处理患者的苏醒期躁动,待患者情况平稳后再拔管,因而延长拔管时间。

本研究结果显示,PACU 内血管活性药的使用也是术后延迟拔管的危险因素。麻醉苏醒期,各种麻醉药物已慢慢被分解失去作用,患者开始苏醒,可感受到切口疼痛。部分患者对气管导管的耐受性差,因而血流动力学不稳定、血压波动大。患者麻醉苏醒期血压升高时,为了避免拔管加剧血压波动而导致的相关不良事件,需先将血压控制在可接受范围,再进行拔管。因此苏醒期内血压波动较大者拔管时间延长。

本研究也存在一些局限性。首先,作为一项回顾性研究,可能存在潜在混杂因素的数据。其次,由于电子信息系统记录的不完善,导致一些重要的数据如体温、术中血气分析等缺失。最后,本研究为一项单中心研究,这可能会限制研究结果的普遍适用性。然而,尽管这些局限性在一定程度上削弱了本研究结论的可靠性与准确性,但其为针对全身麻醉术后患者延迟拔管开展的一项临床评估,对未来开展的相关前瞻性研究有一定的启示意义。

综上所述,ACCI 评分( $\geq 3$ 分)、BMI( $\leq 22.66$  kg/m<sup>2</sup>)、术中罗库溴铵的使用、留置导尿管、术中输血、手术时间( $\geq 166$  min)、PACU 内丙泊酚的使用和 PACU 内血管活性药物的使用是非心脏手术后延迟拔管的危险因素,基于以上危险因素建立的模型具有显著的预测价值。

#### 参 考 文 献

- [1] Gal J, Hunter S, Reich D, et al. Delayed extubation in spine surgery is associated with increased postoperative complications and hospital episode-based resource utilization. *J Clin Anesth*, 2022, 77: 110636.
- [2] Vannucci A, Riordan IR, Prifti K, et al. Prolonged time to extubation after general anaesthesia is associated with early escalation of care; a retrospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*, 2021, 38(5): 494-504.
- [3] De la Garza Ramos R, Nakhla J, Nasser R, et al. Factors associated with prolonged ventilation and reintubation in adult spinal deformity surgery. *J Clin Neurosci*, 2017, 43: 188-191.
- [4] Carson JL, Guyatt G, Heddle NM, et al. Clinical practice guidelines from the AABB: red blood cell transfusion thresholds and storage. *JAMA*, 2016, 316(19): 2025-2035.
- [5] Mandell MS, Stoner TJ, Barnett R, et al. A multicenter evaluation of safety of early extubation in liver transplant recipients. *Liver Transpl*, 2007, 13(11): 1557-1563.
- [6] 郭曲练,姚尚龙. 临床麻醉学. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 61.
- [7] Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, et al. Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol*, 1994, 47(11): 1245-1251.
- [8] Van Calster B, Wynants L, Verbeek J, et al. Reporting and interpreting decision curve analysis: a guide for investigators. *Eur Urol*, 2018, 74(6): 796-804.
- [9] Fitzgerald M, Saville BR, Lewis RJ. Decision curve analysis. *JAMA*, 2015, 313(4): 409-410.
- [10] Anastasian ZH, Kim M, Heyer EJ, et al. Attending handoff is correlated with the decision to delay extubation after surgery. *Anesth Analg*, 2016, 122(3): 758-764.
- [11] Ondeck NT, Bohl DD, Bovonratwet P, et al. Predicting adverse outcomes after total hip arthroplasty: a comparison of demographics, the American Society of Anesthesiologists class, the modified Charlson comorbidity index, and the modified frailty index. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26(20): 735-743.
- [12] Lakomkin N, Goz V, Lajam CM, et al. Higher modified Charlson index scores are associated with increased incidence of complications, transfusion events, and length of stay following revision hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2017, 32(4): 1121-1124.
- [13] Mullen JT, Davenport DL, Hutter MM, et al. Impact of body mass index on perioperative outcomes in patients undergoing major intra-abdominal cancer surgery. *Ann Surg Oncol*, 2008, 15(8): 2164-2172.
- [14] Joshi RK, Aggarwal N, Agarwal M, et al. Assessment of risk factors for a sustainable "on-table extubation" program in pediatric congenital cardiac surgery: 5-year experience. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(6): 1530-1538.
- [15] Buchholz EM, Krumholz HA, Krumholz HM. Underweight, markers of cachexia, and mortality in acute myocardial infarction: a prospective cohort study of elderly medicare beneficiaries. *PLoS Med*, 2016, 13(4): e1001998.
- [16] Park WY, Choi JC, Yun HJ, et al. Optimal dose of combined rocuronium and cisatracurium during minor surgery: a randomized trial. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(10): e9779.
- [17] Murphy GS, Szokol JW, Avram MJ, et al. Residual neuromuscular block in the elderly: incidence and clinical implications. *Anesthesiology*, 2015, 123(6): 1322-1336.
- [18] De la Garza Ramos R, Nakhla J, Nasser R, et al. Factors associated with prolonged ventilation and reintubation in adult spinal deformity surgery. *J Clin Neurosci*, 2017, 43: 188-191.
- [19] Fields A, Huang J, Schroeder D, et al. Agitation in adults in the post-anaesthesia care unit after general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2018, 121(5): 1052-1058.
- [20] Munk L, Andersen G, Møller AM. Post-anaesthetic emergence delirium in adults: incidence, predictors and consequences. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2016, 60(8): 1059-1066.
- [21] Huett C, Baehner T, Erdfelder F, et al. Prevention and therapy of pediatric emergence delirium: a national survey. *Paediatr Drugs*, 2017, 19(2): 147-153.

(收稿日期:2022-10-07)