

术后转入ICU患者出现低氧血症的危险因素分析

李训良¹ 陈曼^{1,2} 王春亭^{1,2} 张继承^{1,2}

¹山东大学附属省立医院重症医学科, 济南 250021; ²山东第一医科大学附属省立医院重症医学科, 济南 250021

通信作者: 张继承, Email: jczhangicu@163.com

【摘要】 目的 分析外科术后转入重症监护病房(ICU)复苏患者出现低氧血症的危险因素。方法 回顾性分析2020年6月至8月转入山东大学附属省立医院重症医学科进行复苏的220例外科术后患者的临床资料。以患者入ICU 30 min 氧合指数分为低氧血症组(≤ 300 mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa)和非低氧血症组(> 300 mmHg)。比较两组患者的围手术期临床资料,分析术后患者早期发生低氧血症的危险因素;观察低氧血症患者入ICU次日晨氧合指数改善情况,分析与低氧血症改善相关的因素。结果 220例术后患者低氧血症发生率为36.8%(81/220),其中普外科术后患者低氧血症病例数最多,占42.0%(34/81);骨科低氧血症发生率最高,达53.3%(16/30)。单因素分析表明,体质量指数(BMI)、术中出现低氧血症、微创手术均是影响术后发生低氧血症的危险因素(检验值分别为-2.566、12.352、0.033, P 值分别为0.010、0.000、0.019)。多因素分析显示,术中出现低氧血症和BMI均为术后患者发生低氧血症的独立危险因素[术中低氧血症:优势比(OR)=3.602, 95%可信区间(95% CI)为1.143~3.817, $P=0.001$; BMI: $OR=1.119$, 95% CI 为1.026~1.208, $P=0.036$]。81例发生低氧血症患者入ICU次日晨低氧血症改善率为63.0%(51/81);肺功能障碍为影响术后患者低氧血症改善的独立危险因素($OR=0.200$, 95% CI 为0.052~0.763, $P=0.019$)。结论 外科术后早期可发生低氧血症,术中低氧血症和BMI为术后发生低氧血症的独立危险因素。

【关键词】 低氧血症; 术后患者; 危险因素; 肺功能障碍; 体质量指数

基金项目: 吴阶平医学基金会科研项目(HRJJ20180733); 中华国际医学交流基金会黎介寿肠道屏障研究基金项目(Z-2017-24-2009)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211118-01747

Risk factors of hypoxemia in patients admitted to intensive care unit after surgery

Li Xunliang¹, Chen Man^{1,2}, Wang Chunting^{1,2}, Zhang Jicheng^{1,2}

¹Department of Critical Care Medicine, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong University, Jinan 250021, Shandong, China; ²Department of Critical Care Medicine, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250021, Shandong, China

Corresponding author: Zhang Jicheng, Email: jczhangicu@163.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the risk factors of postoperative hypoxemia in patients admitted to intensive care unit (ICU) for resuscitation. **Methods** Clinical data of 220 postoperative patients admitted to the ICU for resuscitation in Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong University from June to August 2020 were collected and retrospectively analyzed. According to their oxygenation index within 30 minutes after admission to ICU, they were divided into hypoxemia group (oxygenation index ≤ 300 mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa) and non-hypoxemia group (oxygenation index > 300 mmHg). Baseline data and perioperative indicators were compared between the two groups, and risk factors for early postoperative hypoxemia were analyzed. The improvement of oxygenation index of patients with hypoxemia in next morning after admission to ICU was observed, and the factors related to the improvement of hypoxemia were analyzed. **Results** The incidence of hypoxemia was 36.8% (81/220) in the cohort. The majority cases of hypoxemia were from general surgery department, accounting for 42.0% (34/81). The incidence rate of hypoxemia from orthopaedic was the highest at 53.3% (16/30). Univariate analysis showed that body mass index (BMI), intraoperative hypoxemia, minimally invasive surgery were all risk factors of postoperative hypoxemia (test values were -2.566, 12.352 and 0.033; P values were 0.010, 0.000 and 0.019, respectively). Multivariate analysis showed that intraoperative hypoxemia and BMI were independent risk factors for postoperative hypoxemia [intraoperative hypoxemia: odds ratio (OR) = 3.602, 95% confidence interval (95% CI) was 1.143-3.817, $P = 0.001$; BMI: $OR = 1.119$, 95% CI was 1.026-1.208, $P = 0.036$]. The improvement rate of hypoxemia next morning after admission to ICU was 63.0% (51/81). Pulmonary dysfunction was the independent risk factor for the improvement of hypoxemia ($OR = 0.200$, 95% CI was 0.052-0.763, $P = 0.019$). **Conclusions** Hypoxemia might occur early after surgery. Intraoperative hypoxemia and BMI were independent risk factors for postoperative hypoxemia.

【Key words】 Hypoxemia; Postoperative patient; Risk factor; Pulmonary function; Body mass index

Fund program: Wu Jieping Medical Foundation (HRJJ20180733); China International Medical Foundation Li Jieshou Intestinal Barrier Research Fund (Z-2017-24-2009)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211118-01747

重症医学科收治的患者有一部分来自外科术后,此类患者通常因高龄、术前存在多种基础疾病、手术时间长、创伤大、出血多、手术意外等,术后可能出现生命体征不稳定,甚至严重器官功能障碍,需要转入重症监护病房(intensive care unit, ICU)监护和治疗^[1-2]。有研究证实,高危手术后直接转入 ICU 可降低器官支持需求、降低病死率^[3]。

由于手术和麻醉因素可能会影响呼吸功能,大多数术后患者常规接受氧疗,以防止潜在的低氧血症和高氧血症对呼吸和心血管系统的有害影响^[4]。因此,术后给氧策略及预防低氧血症发生是术后患者管理的重要课题^[5]。本研究通过回顾性分析重症医学科收治的术后患者临床资料,探讨低氧血症发生的危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料:选取 2020 年 6 月至 8 月转入山东大学附属省立医院 ICU 的 220 例术后患者,排除慢性阻塞性肺疾急性发作、术前重度贫血〔血红蛋白(hemoglobin, Hb) < 60 g/L〕或长期慢性贫血、创伤性急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、需升压药维持血压、术前存在严重心肺功能不全等危重患者。

1.1.1 低氧血症诊断标准^[4]:按照入 ICU 30 min 的氧合指数(oxygenation index, PaO₂/FiO₂) ≤ 300 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa) 作为低氧血症的诊断标准, 200 mmHg < PaO₂/FiO₂ ≤ 300 mmHg 为轻度低氧血症, 100 mmHg < PaO₂/FiO₂ ≤ 200 mmHg 为中度低氧血症, PaO₂/FiO₂ ≤ 100 mmHg 为重度低氧血症。

1.1.2 资料收集:记录患者性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、基础疾病、吸烟史、术前肺功能、术中输血量、术中液体平衡量、术中尿量、手术的方式〔包括程度(开放/微创)、急缓(择期/急诊)、否为肿瘤手术〕、手术时间,入 ICU 时急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA),入 ICU 30 min 和次日 07:00 的液体出入量等指标。

1.2 分组及评价方法:根据患者入 ICU 30 min 是否出现低氧血症,分为低氧血症组和非低氧血症组。根据次日 07:00 低氧血症的改善情况,将低氧血症组分为改善组和未改善组。用单因素分析方法,分别分析并比较两组产生低氧血症的危险因素和促进改善的因素,构建二元 Logistic 回归模型,分析术后

发生低氧血症的独立危险因素和促进低氧血症改善的独立保护因素。

1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,已由山东大学附属省立医院伦理学委员会审核通过(审批号:SWYX:NO.2021-495)。

1.4 统计学分析:采用 SPSS 24.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[*M*(*Q*₁, *Q*₃)]表示,组间采用秩和检验。计数资料以例数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。多因素分析采用二元 Logistic 回归模型。以检验水准 $\alpha = 0.05$ 、 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 220 例术后患者总体分析

2.1.1 基线资料(表 1):术后转入 ICU 患者中,男性居多,约为女性的 2 倍;51.4% 患者体质量正常,体质量异常者(偏轻和超重)占 48.6%;年龄分布在 15~91 岁,其中 41~80 岁患者占 82.7%,其他年龄段占比较小。约有 45.9% 的患者患有高血压;存在肺功能障碍的患者约占 41.8%,远高于吸烟和患有慢性肺疾病的比例;患冠心病、糖尿病的比例相对不高;既往有慢性肺疾病史的患者比例最低,其次为肿瘤病史的患者。

表 1 220 例术后转入 ICU 患者人口学基线资料

指标	例(%)	年龄	例(%)	基础病	例(%)
性别		15~20 岁	1(0.5)	吸烟	51(23.2)
女性	82(37.3)	21~30 岁	7(3.2)	高血压	101(45.9)
男性	138(62.7)	31~40 岁	13(5.9)	冠心病	41(18.6)
总计	220(100.0)	41~50 岁	23(10.5)	糖尿病	38(17.3)
BMI(kg/m ²)		51~60 岁	39(17.7)	慢性肺疾病史	14(6.4)
≤18.4	15(6.8)	61~70 岁	65(29.5)	肿瘤病史	16(7.3)
18.5~23.9	113(51.4)	71~80 岁	55(25.0)	肺功能障碍	92(41.8)
24~27.9	72(32.7)	81~90 岁	15(6.8)		
≥28	20(9.1)	91 岁~	2(0.9)		
总计	220(100.0)	总计	220(100.0)	总计	220(100.0)

注:ICU 为重症监护病房, BMI 为体质量指数

2.1.2 患者来源科室及手术治疗情况(表 2):病变系统主要为消化、运动和泌尿系统,共占 83.2%;相对应的手术科室主要为普外科(胃肠外科和肝胆外科)、泌尿外科、骨科、口腔颌面外科、脊柱外科和妇产科。手术方式以开放手术为主(约占 65.5%),肿瘤手术占 39.5%,急诊手术占 9.5%;手术时间以 2~3 h 时间段比例最高,89.5% 的手术在 1~6 h 内完成,1 h 内完成手术占 3.6%,超过 6 h 完成手术占 6.9%。

表2 220例术后转入ICU患者主要疾病来源科室及手术方式和时间分布

病变系统	例数 (例)	百分比 (%)	手术科室	
			例数 (例)	百分比 (%)
消化	107	48.6	普外科	86 39.1
运动	45	20.5	泌尿外科	35 15.9
泌尿	31	14.1	骨科	30 13.6
生殖	12	5.5	口腔颌面外科	25 11.4
循环	10	4.5	脊柱外科	15 6.8
内分泌	6	2.7	妇产科	12 5.4
呼吸	4	1.8	血管外科	9 4.1
免疫	3	1.4	胸外科	7 3.2
神经	2	0.9	内科介入	1 0.5
总计	220	100.0	总计	220 100.0

手术方式	例数 (例)	百分比 (%)	手术时间	
			例数 (例)	百分比 (%)
程度			0 h ~	8 3.6
开放手术	144	65.5	1 h ~	42 19.1
微创手术	76	34.5	2 h ~	68 30.9
总计	220	100.0	3 h ~	39 17.7
时间			4 h ~	29 13.2
择期手术	199	90.5	5 h ~	19 8.6
急诊手术	21	9.5	6 h ~	9 4.1
总计	220	100.0	7 h ~	2 0.9
病种			8 h ~	1 0.5
肿瘤手术	87	39.5	9 h ~	1 0.5
非肿瘤手术	133	60.5	10 h ~	2 0.9
总计	220	100.0	总计	220 100.0

注:ICU为重症监护病房

2.1.3 术后低氧血症发生情况(表3):220例手术患者低氧血症发生率为36.8%(81例);其中轻度44例(占54.3%)、中度31例(占38.3%)、重度6例(占7.4%);男性53例,女性28例;年龄分布于27~91岁;普外科病例最多(共34例,占42.0%),骨科手术后低氧血症发生率最高(达53.3%),内科介入术后仅发生1例。入ICU次日晨氧合指数改善51例(占63.0%),未改善30例(占37.0%)。

表3 不同科室来源术后患者低氧血症发生及改善情况

手术科室	病例总数 (例)	低氧血症发生		低氧血症改善	
		病例数 (例)	发生率 (%)	病例数 (例)	改善率 (%)
骨科	30	16	53.3	12	75.0
血管外科	9	4	44.4	4	100.0
脊柱外科	15	6	40.0	4	66.7
普外科	86	34	39.5	17	50.0
泌尿外科	35	11	31.4	7	62.6
口腔颌面外科	25	7	28.0	4	57.1
妇产科	12	2	16.7	2	100.0
胸外科	7	0	0		
内科介入	1	1	100.0	1	100.0
总计	220	81	36.8	51	63.0

注:空白代表无此项

2.2 术后患者入ICU 30 min内是否发生低氧血症两组患者危险因素分析

2.2.1 单因素分析(表4):两组性别、年龄、是否肿瘤手术、吸烟史、高血压、冠心病、糖尿病、肿瘤病史、慢性肺疾病史、肺功能障碍、肿瘤手术、急诊手术、手术时长、术中液体平衡、术中晶体入量、术中胶体入量、术中红细胞输注量、术中血浆输注量、术中液体平衡及术中出入量比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。两组BMI、术中低氧血症、微创手术比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

表4 外科术后患者入ICU 30 min内发生低氧血症的单因素分析

指标	低氧血症组 (n=81)	非低氧血症组 (n=139)	χ^2/Z 值	P值
男性[例(%)]	53(65.4)	85(61.2)	-0.198	0.526
年龄[岁, $M(Q_L, Q_U)$]	66(54, 72)	64.00(56, 73)	0.401	0.843
BMI [$kg/m^2, M(Q_L, Q_U)$]	24.2(22.5, 26.1)	23.2(21.1, 24.9)	-2.566	0.010
基础病[例(%)]				
吸烟史	22(27.2)	29(20.9)	2.911	0.286
高血压	41(50.6)	60(43.2)	5.505	0.285
冠心病	13(16.0)	28(20.1)	1.140	0.452
糖尿病	16(19.8)	22(15.8)	1.144	0.458
肿瘤病史	3(3.7)	13(9.4)	0.566	0.120
慢性肺疾病史	5(6.2)	9(6.5)	0.552	0.628
肺功能障碍	32(39.5)	60(43.2)	2.422	0.857
手术方式[例(%)]				
肿瘤手术	43(53.1)	90(64.7)	0.234	0.088
微创手术	20(24.7)	56(40.2)	0.033	0.019
急诊手术	10(12.3)	11(7.9)	1.164	0.281
手术时长 [h, $M(Q_L, Q_U)$]	2.83(2.00, 4.21)	2.80(2.00, 4.17)	-0.058	0.954
术中低氧血症[例(%)]	36(44.4)	36(25.9)	12.352	0.000
术中补液情况				
晶体入量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	1500 (1000, 2000)	1500 (1000, 2000)	-1.363	0.173
胶体入量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	500(200, 500)	500(0, 500)	-0.723	0.470
红细胞输注量 [U, $M(Q_L, Q_U)$]	0(0, 0)	0(0, 0)	-0.238	0.812
血浆输注量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	0(0, 0)	0(0, 0)	-0.677	0.498
液体入量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	2000 (1375, 2500)	2000 (1000, 2500)	-0.831	0.264
液体出量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	500(250, 800)	500(300, 700)	-1.117	0.855
液体平衡量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	1500 (900, 2150)	1350 (800, 2000)	-0.183	0.406

注:ICU为重症监护病房, BMI为体质指数

2.2.2 多因素分析:以 $P<0.2$ 为纳入标准,纳入2.2.1单因素分析中的指标作为自变量,以出现低氧血症作为因变量,进行二元Logistic回归分析,变量赋值见表5。结果显示,术中低氧血症和BMI均为术后患者发生低氧血症的独立危险因素(均 $P<$

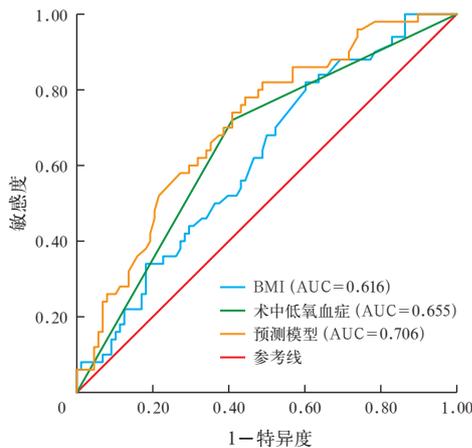
0.05)。术中低氧血症和 BMI 检验偏回归系数 B 的 χ^2 值分别为 10.842 和 4.387, 对应的 P 值分别为 0.001 和 0.036, 说明术中低氧血症和 BMI 是术后入 ICU 30 min 内低氧血症发生的危险因素, 其优势比 (odds ratio, OR) 分别为 3.602 和 1.119。Logistic 回归方程为: $\text{logit}(P) = -3.999 + 1.282 \times \text{术中低氧血症} + 0.113 \times \text{BMI}$ 。

表 5 外科术后患者入 ICU 30 min 内发生低氧血症的多因素分析

因素	β 值	s_e	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
术中低氧血症	1.282	0.389	10.842	0.001	3.602	1.143 ~ 3.817
BMI	0.113	0.054	4.387	0.036	1.119	1.026 ~ 1.208
常量	-3.999	1.342	8.873	0.003	0.018	

注: ICU 为重症监护病房, BMI 为体质质量指数, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间; 空白代表无此项

2.2.3 受试者工作特征曲线 (receiver operator characteristic curve, ROC 曲线) 分析 (图 1): 预测模型的曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.706, 95%CI 为 0.619 ~ 0.794, $P=0.000$, 表明预测能力较强; BMI 的 AUC 为 0.616, 最佳界值为 22.3, 95%CI 为 0.521 ~ 0.711, $P=0.023$; 术中低氧血症的 AUC 为 0.655, 95%CI 为 0.561 ~ 0.750, $P=0.002$ 。



注: BMI 为体质质量指数, ICU 为重症监护病房, ROC 曲线为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 1 术中低氧血症和 BMI 预测术后患者入 ICU 30 min 内发生低氧血症预测模型的 ROC 曲线

2.3 影响术后患者发生低氧血症后改善的因素分析

2.3.1 低氧血症改善组与未改善组的临床资料单因素分析 (表 6): 81 例术后低氧血症患者中, 术后第 2 d 51 例氧合指数改善, 30 例未改善。两组年龄、APACHE II 评分、是否肿瘤手术、慢性肺疾病史、肺功能障碍比较差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。与低氧血症未改善组相比, 改善组患者年龄更小、

入 ICU 时 APACHE II 评分更低, 肿瘤手术、慢性肺病史、肺功能障碍的比例更少 (均 $P<0.05$)。

表 6 外科术后患者入 ICU 次日低氧血症改善情况单因素分析

指标	低氧血症改善组 (n=51)	低氧血症未改善组 (n=30)	χ^2 /Z 值	P 值
男性 [例 (%)]	33 (64.7)	20 (66.7)	0.032	0.858
年龄 [岁, $M(Q_L, Q_U)$]	60 (51, 70)	70 (63.5, 75.5)	-2.916	0.004
BMI [kg/m^2 , $M(Q_L, Q_U)$]	23.9 (22.5, 25.9)	24.2 (22.5, 26.4)	-0.113	0.910
基础病 [例 (%)]				
吸烟史	15 (29.4)	7 (23.3)	-2.409	0.553
高血压病	25 (49.0)	16 (53.3)	-1.605	0.708
冠心病	10 (19.6)	3 (10.0)	7.843	0.255
糖尿病	9 (17.6)	7 (23.3)	0.100	0.535
肿瘤病史	1 (2.0)	2 (6.7)	0.353	0.279
慢性肺疾病史	0 (0)	5 (17.7)	0.141	0.001
肺功能障碍	12 (23.5)	20 (66.7)	1.294	0.014
手术方式 [例 (%)]				
肿瘤手术	21 (41.2)	22 (73.3)	0.385	0.005
微创手术	12 (23.5)	8 (26.7)	1.173	0.752
急诊手术	7 (13.7)	3 (10.0)	11.016	0.623
术中低氧血症 [例 (%)]	20 (39.2)	16 (53.3)	6.000	0.132
手术时长 [h, $M(Q_L, Q_U)$]	2.75 (2.00, 4.25)	3.42 (2.21, 4.29)	0.242	0.646
入 ICU 30 min 情况 [$M(Q_L, Q_U)$]				
APACHE II 评分 (分)	7.0 (5.0, 12.0)	10.0 (8.0, 13.5)	2.266	0.016
SOFA 评分 (分)	2 (0, 3)	2 (1, 3)	-0.460	0.109
ICU 期间情况 [截止到入 ICU 次日 7:00, $M(Q_L, Q_U)$]				
晶体入量 (mL)	2780 (2310, 3500)	2830 (2475, 4805)	-0.966	0.334
胶体入量 (mL)	688 (250, 1250)	688 (500, 1718)	-0.848	0.397
红细胞输注量 (U)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	-0.557	0.578
血浆输注量 (mL)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	-0.932	0.351
液体入量 (mL)	2919 (2414, 3384)	2776 (2539, 3357)	-0.010	0.992
尿量 (mL)	2350 (1800, 3450)	2400 (1950, 3200)	-0.587	0.557
液体出量 (mL)	3150 (2352, 4100)	3000 (2560, 3975)	-0.851	0.395
液体平衡量 (mL)	-231 (-880, 235)	-62 (-774, 265)	-0.391	0.696

注: ICU 为重症监护病房, BMI 为体质质量指数, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, SOFA 为序贯器官衰竭评分

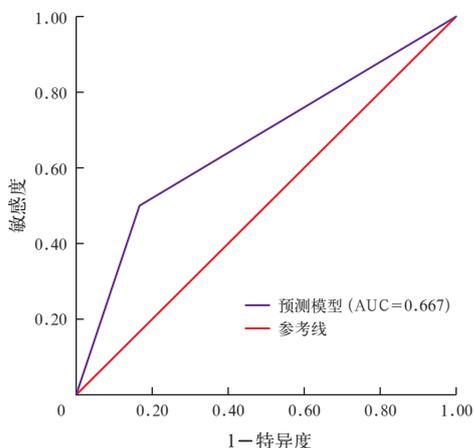
2.3.2 影响低氧血症改善的多因素分析: 以 $P<0.05$ 为纳入标准, 纳入上述单因素分析中的指标作为自变量, 因 APACHE II 评分包含年龄、慢性肺疾病史与肺功能障碍为混杂因素, 故年龄、慢性肺疾病史未纳入多因素分析。以出现低氧血症作为因变量, 进行二元 Logistic 回归分析, 变量赋值见表 7。结果显示, 肺功能障碍为影响术后患者低氧血症改善的独立危险因素 ($P<0.05$), 其检验偏回归系数 B 的 χ^2 值为 5.551, P 值为 0.019, OR 值为 0.200。Logistic 回归方程为: $\text{logit}(P) = 1.099 - 1.609 \times \text{肺功能障碍}$ 。

2.4 影响术后低氧血症患者氧合指数恢复预测模型的 ROC 曲线分析 (图 2): AUC 为 0.667, 95%CI 为 0.551 ~ 0.822, $P=0.048$, 表明预测能力较强。

表7 外科术后患者入ICU次日低氧血症改善情况多因素分析

因素	β 值	s_e	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
肺功能障碍	-1.609	0.683	5.551	0.018	0.200	0.052 ~ 0.763
常量	1.099	0.577	3.621	0.057	3.000	

注:ICU 为重症监护病房,OR 为优势比,95%CI 为 95% 可信区间;空白代表无此项



注:ROC 曲线为受试者工作特征曲线,AUC 为 ROC 曲线下面积

图2 肺功能障碍预测术后低氧血症患者氧合指数恢复预测模型的 ROC 曲线

3 讨论

高危术后患者接受 ICU 加强监护治疗有利于病情改善^[3],但是术前评估转入 ICU 的标准尚不明确,多依靠手术医生的经验,主要考虑因素为高龄、术前心肺功能障碍、基础疾病较多、手术时间长、创面大、出血多等。低氧血症在术后患者中很常见,与住院时间延长、费用高和病死率增加有关^[6];去除低氧血症高危因素,早期脱机拔管,能减少肺部感染等并发症,改善预后^[7]。而非高危患者术后转入 ICU,不仅会增加患者经济负担,还要占用不必要的医疗资源^[8]。因此,制定合理的术后患者 ICU 转入条件非常必要。

有研究发现,慢性阻塞性肺疾病、高血压、紧急手术、麻醉类型、手术方式、术前低氧血症发生^[9-11],以及高龄^[12]、超重或肥胖^[13]、术前 Hb、术中尿量都是术后发生低氧血症的危险因素。同时,有研究显示,手术时间、BMI 及术后液体管理会影响低氧血症的改善^[14]。本研究的多因素分析结果显示,术中低氧血症和 BMI 均为术后患者发生低氧血症的独立危险因素;肺功能异常是影响患者低氧血症改善的独立危险因素。

BMI 可以作为识别身体虚弱的指标,是一种有价值的风险分层工具,术前体质量过轻提示身体处

于虚弱状态,是增加病死率的独立预测因子^[15]。体质量过轻者机体功能状态较差,或者储备能力差,而且免疫反应减退,导致对刺激的代偿能力弱。有关心脏手术的研究发现,体质量过轻者术后可获得较好的肺换气^[16]。而本研究发现体质量过轻为低氧血症的危险因素,本研究中不包含心脏术后患者,可能是得出不同结论的主要原因。肥胖导致术后患者发生低氧血症的原因如下:①肥胖使膈肌上抬,胸腔容积减小,肺部顺应性低,限制肺通气功能;②肥胖患者自身组织器官耗氧量大,且常合并慢性疾病,在手术刺激下,难以满足供氧负荷;③肥胖患者常存在慢性炎症^[17]、氧化应激,促进低氧血症的发生。另有研究认为,肥胖患者术后缺氧的风险较高,但这只会增加在 ICU 停留的时间,同时肥胖可以部分抵消血液稀释和输血的有害影响^[16]。对 BMI 的评估应当成为术前准备的重要任务,同时将术前 BMI 作为术后低氧血症和转入 ICU 复苏的危险因素。既要通过 BMI 评估患者的营养状况,又要结合其他指标改善机体功能。

本研究中约有 44.4% (36/81) 的低氧血症患者存在术中低氧血症,因缺乏术前血氧数据和术中血气分析的动态监测,无法确定这部分患者的低氧血症是否为术前和术中低氧血症的延续。虽然有研究证实术前低氧血症会增加患者术后呼吸衰竭的风险,但其发生机制尚不明确^[18]。术中出现低氧血症应对动脉血气进行动态监测,术后谨慎脱机拔管,必要时转 ICU 复苏。同时术中应对液体出入量重新评估,尽可能寻找低氧血症的原因,同时为术后液体管理提供相对准确的参考。

吸烟、慢性肺病可破坏呼吸道黏膜功能、加剧肺组织损伤,影响肺功能,使患者更易出现术后低氧血症^[19]。而术前戒烟已被证明可以减少不良呼吸事件^[20]。本研究中两组患者吸烟史、慢性肺疾病史以及肺功能障碍比较差异无统计学意义,可能因为术中、术后应用呼吸机辅助呼吸,能在很大程度上克服肺功能不全。除口腔颌面外科气管切开患者外,其余患者入 ICU 次日均处于无人工气道的自主呼吸状态,基础肺功能对机体的影响变的显著;然而,拔管后气道水肿、舌后坠等会引起呼吸暂停、低通气,因缺乏相关的医疗记录,未进行统计分析。有研究发现中性粒细胞、淋巴细胞等与睡眠呼吸暂停综合征严重程度相关^[21],需进一步研究其与低氧血症的关系。肿瘤对呼吸功能的影响机制尚不清楚,

但肿瘤切除后造成局部压力减小,导致血液重新分布、水肿、渗出等;同时恶性肿瘤会导致血液高凝状态^[22],引起微循环障碍,导致低氧血症。应该采取措施改善肺功能,如术前严格戒烟、术前进行抗阻呼吸训练^[23],术后应用化痰、解痉药物等;对中重度低氧血症行肺复张治疗^[24]可能会取得良好的疗效。一项关于 88 例急性脑创伤术后患者脱机拔管后出现低氧血症的研究发现,经鼻高流量氧疗有助于氧合状况的改善^[25],并可降低再插管率^[26]。术后转入 ICU 的患者脱机拔管后仍出现低氧血症时,可给予经鼻高流量氧疗。床旁肺部超声对术后低氧血症具有较好的诊断率^[27],且方便、快捷,可以帮助医生了解低氧血症患者肺部情况。

高龄为术后转入 ICU 的重要评估指标,高龄往往与各种基础病相关,本研究中两组患者年龄比较差异无统计学意义,但需要与未转入 ICU 的术后患者进行年龄相关的研究。

本研究的局限性:为单个中心研究,时间段较窄,样本量小;本研究为回顾性研究,存在信息偏差,缺少术前氧合指数的数据,对术后指标观测点的选取受到限制,尤其是液体管理的数据不够充分;对术中低氧血症缺少动态监测,其危险因素尚不确定;此外术中麻醉药物的应用也会影响气管插管持续时间,增加低氧血症的发生机会^[28],后续的研究应纳入该因素。

综上所述,外科术后患者转入 ICU 早期可出现低氧血症。术中低氧血症和 BMI 均为术后患者发生低氧血症的独立危险因素。年龄较大、术前存在肺部基础疾病、肺功能异常以及行肿瘤手术的患者低氧血症不易改善。术后低氧血症的预防和治疗需要进一步的研究来获得更多的证据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- Jerath A, Laupacis A, Austin PC, et al. Intensive care utilization following major noncardiac surgical procedures in Ontario, Canada: a population-based study [J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44 (9): 1427-1435. DOI: 10.1007/s00134-018-5330-6.
- European Surgical Outcomes Study (EuSOS) in Spain. Intensive care admission and hospital mortality in the elderly after non-cardiac surgery [J]. *Med Intensiva (Engl Ed)*, 2018, 42 (8): 463-472. DOI: 10.1016/j.medint.2018.01.009.
- Gillies MA, Harrison EM, Pearse RM, et al. Intensive care utilization and outcomes after high-risk surgery in Scotland: a population-based cohort study [J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118 (1): 123-131. DOI: 10.1093/bja/aew396.
- Leone M, Einav S, Chiumello D, et al. Noninvasive respiratory support in the hypoxaemic peri-operative/periprocedural patient: a joint ESA/ESICM guideline [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2020, 37 (4): 265-279. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001166.
- Suzuki S. Oxygen administration for postoperative surgical patients: a narrative review [J]. *J Intensive Care*, 2020, 8: 79. DOI: 10.1186/s40560-020-00498-5.
- Liu K, Scott JB, Jing GQ, et al. Management of postoperative hypoxemia [J]. *Respir Care*, 2021, 66 (7): 1136-1149. DOI: 10.4187/respcare.08929.
- 窦古枫,王乐天,王颖,等.影响肝移植术后早期二次气管插管生存率的危险因素分析[J/CD]. *实用器官移植电子杂志*, 2019, 7 (1): 48-52. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2019.01.013.
- Hicks CW, Alshaikh HN, Zarkowsky D, et al. Intensive care unit admission after endovascular aortic aneurysm repair is primarily determined by hospital factors, adds significant cost, and is often unnecessary [J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67 (4): 1091-1101. e4. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.07.139.
- Baillard C, Boubaya M, Statescu E, et al. Incidence and risk factors of hypoxaemia after preoxygenation at induction of anaesthesia [J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122 (3): 388-394. DOI: 10.1016/j.bja.2018.11.022.
- Duan XZ, Zhang X, Tong DK, et al. Risk factors for and predictive nomogram of postoperative hypoxaemia in elderly patients with femoral neck fractures [J]. *J Int Med Res*, 2020, 48 (10): 300060520945132. DOI: 10.1177/0300060520945132.
- Zhu ML, Wang JM, Wang QL, et al. The incidence and risk factors of low oxygenation after orthotopic liver transplantation [J]. *Ann Transplant*, 2019, 24: 139-146. DOI: 10.12659/AOT.913716.
- 邹毅,叶茂,冷华伟,等.下肢主要关节置换术后低氧血症的危险因素[J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (9): 814-817. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.09.10.
- 刘艳,美克拉依,肖东.急性主动脉夹层动脉瘤开胸术后并发低氧血症危险因素分析[J/CD]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2018, 10 (2): 106-109. DOI: 10.12037/YXQY.2018.02-24.
- 陈坤,戴建强,蔡学究,等.全身麻醉颈椎术后患者早期低氧血症发生与改善情况及其相关因素分析[J]. *广西医学*, 2020, 42 (3): 258-263. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2020.03.04.
- Rudasill SE, Dillon D, Karunungan K, et al. The obesity paradox: underweight patients are at the greatest risk of mortality after cholecystectomy [J]. *Surgery*, 2021, 170 (3): 675-681. DOI: 10.1016/j.surg.2021.03.034.
- Surgical and Clinical Outcome Research (SCORE) Group. Postoperative hypoxia and length of intensive care unit stay after cardiac surgery: the underweight paradox? [J]. *PLoS One*, 2014, 9 (4): e93992. DOI: 10.1371/journal.pone.0093992.
- Zatterale F, Longo M, Naderi J, et al. Chronic adipose tissue inflammation linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes [J]. *Front Physiol*, 2020, 10: 1607. DOI: 10.3389/fphys.2019.01607.
- Tong CY, Cao H, Xu YY, et al. Causes, risk factors and outcomes of patients readmitted to the intensive care unit after esophageal cancer surgery: a retrospective cohort study [J]. *World J Surg*, 2021, 45 (7): 2167-2175. DOI: 10.1007/s00268-021-06081-9.
- Rosenberg AL, Watts C. Patients readmitted to ICUs: a systematic review of risk factors and outcomes [J]. *Chest*, 2000, 118 (2): 492-502. DOI: 10.1378/chest.118.2.492.
- Eikermann M, Santer P, Ramachandran SK, et al. Recent advances in understanding and managing postoperative respiratory problems [J]. *F1000Res*, 2019, 8: F1000 Faculty Rev-197. DOI: 10.12688/f1000research.16687.1.
- 王新,周爱华,鲍喜燕,等.血细胞参数与睡眠呼吸暂停综合征严重程度的相关性分析[J]. *实用检验医师杂志*, 2019, 11 (3): 150-153. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2019.03.008.
- Chen ZW, Zhang PD, Xu Y, et al. Surgical stress and cancer progression: the twisted tango [J]. *Mol Cancer*, 2019, 18 (1): 132. DOI: 10.1186/s12943-019-1058-3.
- 张燕.抗阻呼吸训练在预防老年脑肿瘤患者术后低氧血症中的应用[J]. *现代肿瘤医学*, 2019, 27 (20): 3602-3605. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4992.2019.20.012.
- 蒋伟,管玉珍.早期肺复张治疗心脏外科手术后低氧血症患者的效果观察[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2019, 39 (12): 1823-1825. DOI: 10.7655/NYDXBNS20191228.
- 全瀚文,王芳,刘芸,等.经鼻高流量氧疗和无创机械通气对急性脑创伤术后患者成功拔管后并发低氧血症的疗效评价[J]. *中国急救医学*, 2021, 41 (1): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.01.006.
- 杜欣欣,杨春波,潘鹏飞,等.经鼻高流量氧疗对改善成人心脏外科术后患者肺不张疗效的 Meta 分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (8): 748-753. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.007.
- 朱海云,段军,孙艳文,等.急诊床旁肺部超声在诊断 ICU 术后低氧血症中的价值[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2019, 26 (3): 293-295. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.03.009.
- 吴彦其,王亚辉,沈锋,等.七氟烷吸入镇静较丙泊酚静脉镇静可缩短外科术后重症患者气管插管持续时间及总住院时间:一项 537 例患者的 Meta 分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (1): 44-49. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.010.

(收稿日期:2021-11-18)