

· 论著 ·

早期低氧血症对重症监护病房
全麻术后患者预后的影响

王书鹏 李敏 易丽 黄絮 段军 宋韩明 李刚

【摘要】目的 评估重症监护病房(ICU)内全麻术后患者早期低氧血症的发生情况及其对预后的影响,以利于术后患者呼吸系统并发症预防策略的制定。**方法** 回顾性分析 2011 年 10 月至 2012 年 6 月本院行择期全麻术后直接转入 ICU 患者的临床资料,根据转入 ICU 1 h 内的氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)分为 3 组, >300 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)为血氧正常组(134 例), $200 \sim 300$ mm Hg 为轻度低氧组(88 例), ≤ 200 mm Hg 为中重度低氧组(49 例)。比较各组患者在机械通气时间、住 ICU 时间、术后至出院时间以及总吸氧时间上的差异。**结果** 经筛选 271 例患者入组,3 组间在性别、年龄、手术时间、手术类型以及是否术后拔管转入方面差异无统计学意义。低氧血症($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mm Hg)患者占 50.6%。中重度低氧组机械通气时间较血氧正常组明显延长[h:20.3(13.0,46.1)比 12.5(6.0,17.5), $D=40.803$, $P=0.005$],机械通气时间 >24 h 的比例较血氧正常组和轻度低氧组明显增多(44.4%比 8.8%、16.1%, $\chi^2_1=21.394$, $P_1=0.000$, $\chi^2_2=9.368$, $P_2=0.002$)。中重度低氧组住 ICU 时间较血氧正常组和轻度低氧组明显延长[h:44.5(21.5,121.5)比 22.0(18.0,46.5)、21.8(19.0,66.9), $D_1=54.302$, $P_1=0.000$, $D_2=44.171$, $P_2=0.005$],术后至出院时间和总吸氧时间较血氧正常组明显延长[术后至出院时间(d):15.0(12.0,21.5)比 9.0(12.0,16.0), $D=40.851$, $P=0.005$;总吸氧时间(h):170.0(97.5,307.5)比 89.0(47.8,192.0), $D=45.049$, $P=0.002$]。**结论** 全麻术后早期低氧血症在 ICU 相当普遍, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ mm Hg 与患者机械通气时间、住 ICU 时间、术后至出院时间及总吸氧时间延长密切相关。

【关键词】 术后低氧血症; 全身麻醉; 重症监护; 预后

The impact of early hypoxemia on the prognosis of patients undergone general anesthesia patients in intensive care unit WANG Shu-peng, LI Min, YI Li, HUANG Xu, DUAN Jun, SONG Han-ming, LI Gang. Department of Intensive Care Unit, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China
Corresponding author: LI Gang, Email: xdysw@163.com

【Abstract】 Objective To form the strategy of prevention of postoperative pulmonary complication, investigate the incidence of early hypoxemia after general anesthesia for surgery in intensive care unit (ICU), and assess its impact on the prognosis of patients. **Methods** Clinical data of patients who were directed transferred to ICU after general anesthesia for selective surgery during October 2011 to June 2012 were analyzed retrospectively. According to the oxygenation index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) obtained in 1 hour after ICU admission, patients were divided into three groups, normal blood oxygen level ($n=134$, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 300$ mm Hg, 1 mm Hg=0.133 kPa), mild hypoxia ($n=88$, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 200 \sim 300$ mm Hg) and moderate to severe hypoxia ($n=49$, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ mm Hg) groups. Duration of mechanical ventilation, ICU stay days, postoperative hospital stay days, and duration of oxygen therapy were compared among three groups. **Results** Two hundred and seventy-one patients were included. There were no statistical differences in gender, age, duration of operation, type of operation, and postoperative extubation. The incidence rate of hypoxemia ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mm Hg) was 50.6%. Duration of mechanical ventilation was significantly prolonged in moderate to severe hypoxia group as compared with normal blood oxygen group [hours: 20.3 (13.0, 46.1) vs. 12.5 (6.0, 17.5), $D=40.803$, $P=0.005$], the ratio of duration of mechanical ventilation longer than 24 hours was significantly higher in moderate to severe hypoxia group compared with normal blood oxygen and mild hypoxia groups (44.4% vs. 8.8%, 16.1%, $\chi^2_1=21.394$, $P_1=0.000$; $\chi^2_2=9.368$, $P_2=0.002$). The ICU stay was significantly longer in moderate to severe hypoxia group than normal blood oxygen and mild hypoxia groups [hours: 44.5 (21.5, 121.5) vs. 22.0 (18.0, 46.5), 21.8 (19.0, 66.9), $D_1=54.302$, $P_1=0.000$; $D_2=44.171$, $P_2=0.005$]. Compared with normal blood oxygen group, postoperative hospital stay days and duration of oxygen therapy were significantly longer in moderate to severe hypoxia group [postoperative length of stay (days): 15.0 (12.0, 21.5) vs. 9.0 (12.0, 16.0), $D=40.851$, $P=0.005$; duration of oxygen therapy (hours): 170.0 (97.5, 307.5) vs. 89.0 (47.8, 192.0), $D=45.049$, $P=0.002$]. **Conclusions** The incidence of hypoxemia postoperative patients after general anesthesia is high when transferred to ICU. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ mm Hg was closely related to prolonged duration of mechanical ventilation, ICU stay days, postoperative hospital stay days, and duration of oxygen therapy.

【Key words】 Postoperative hypoxia; General anesthesia; Intensive care; Prognosis

呼吸系统并发症在外科术后患者中常见,其发生率为 19%~59%,明显延长了患者的住院时间,增加了其经济负担及病死率^[1-6]。低氧血症是各种呼吸系统并发症的共同表现之一,早期正确认识和处理低氧血症对患者呼吸系统并发症的预防和治疗意义重大。本研究旨在了解重症监护病房(ICU)全麻术后患者早期低氧血症的特点及对预后的影响。

1 资料和方法

1.1 临床资料:收集 2011 年 10 月至 2012 年 6 月在本院行择期全麻术后直接转入 ICU 患者的临床资料进行回顾性分析。271 例患者中男性 174 例,女性 97 例;年龄 25~95 岁,平均(66.5±13.2)岁;急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II)评分(10.3±4.8)分。排除标准:年龄<18 岁;术前曾接受吸氧治疗;住院期间接受 2 次及以上手术;住院期间死亡或放弃治疗者。

本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准,所有治疗取得患者或家属知情同意。

1.2 资料收集:记录所有患者转入 ICU 1 h 内的动脉血氧分压(PaO₂),根据采血时的吸入氧浓度(FiO₂)计算氧合指数(PaO₂/FiO₂),PaO₂/FiO₂≤300 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)视为患者存在术后早期低氧血症。同时记录患者的手术时间(从全麻开始到手术结束)、机械通气时间、住 ICU 时间、通气时间>24 h 的比例、术后至出院时间以及患者入 ICU 后至出院的总吸氧时间,并观察早期低氧血症与患者预后的关系。

1.3 分组:参考急性呼吸窘迫综合征(ARDS)柏林定义^[7],将入选患者按 PaO₂/FiO₂ 分为血氧正常组,轻度低氧组、中重度低氧组 (PaO₂/FiO₂ 分别为>300、200~300和≤200 mm Hg)。

1.4 统计学处理:应用 SPSS 19.0 统计软件进行数据处理,计量资料先进行正态性检验,符合正态分布的数据用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析;非正态分布的数据用中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,组间比较采用秩和检验(Kruskal-Wallis 检验, *H* 检验),两两比较采用 Nemenyi 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料(表 1):所有患者均由手术室直接转入 ICU,其中 189 例患者带气管插管应用便携式呼吸机辅助呼吸转入,82 例为拔管后吸氧转入;经胸手术 76 例,经腹盆手术 122 例,其他部位(骨科及周围血管)手术 73 例。血氧正常组 134 例,轻度低氧组 88 例,中重度低氧组 49 例;PaO₂/FiO₂≤300 mm Hg 者占 50.6%,PaO₂/FiO₂≤200 mm Hg 者占 18.1%。各组间在性别、年龄、手术类型、手术时间及是否拔管后转入的分布上差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),基线资料均衡,具有可比性。

2.2 早期低氧血症与患者预后的关系(表 2):中重度低氧组患者住 ICU 时间较血氧正常组及轻度低氧组均显著延长($P_1=0.000, P_2=0.005$),术后至出院时间以及总吸氧时间也较血氧正常组明显延长

表 1 术后转入重症监护病房(ICU)1 h 内不同氧合指数水平全麻患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	手术类型(例)			手术时间 [h, $M(Q_L, Q_U)$]	是否拔管转入(例)	
		男性	女性		心胸	腹盆	其他		是	否
血氧正常组	134	87	47	65.62 ± 14.90	34	65	35	5.0(4.0, 6.0)	43	91
轻度低氧组	88	58	30	68.43 ± 10.53	25	36	27	5.0(4.0, 6.0)	26	62
中重度低氧组	49	29	20	65.57 ± 12.20	17	21	11	5.0(4.0, 6.0)	13	36
检验值		$\chi^2=0.679$		$F=1.373$	$\chi^2=2.719$			$H=1.027$	$\chi^2=0.557$	
<i>P</i> 值		0.712		0.255	0.606			0.598	0.757	

表 2 术后转入重症监护病房(ICU)1 h 内不同氧合指数水平全麻患者预后指标比较

组别	例数	带管转入者机械通气时间		通气时间>24 h 者		住 ICU 时间 [h, $M(Q_L, Q_U)$]	术后至出院时间 [d, $M(Q_L, Q_U)$]	总吸氧时间 [h, $M(Q_L, Q_U)$]
		例数	时间[h, $M(Q_L, Q_U)$]	例数	比例(%)			
血氧正常组(1)	134	91	12.5(6.0, 17.5)	8	8.8	22.0(18.0, 46.5)	9.0(12.0, 16.0)	89.0(47.8, 192.0)
轻度低氧组(2)	88	62	15.0(10.3, 19.1)	10	16.1	21.8(19.0, 66.9)	12.5(9.0, 18.8)	118.5(49.1, 235.0)
中重度低氧组(3)	49	36	20.3(13.0, 46.1)	16	44.4	44.5(21.5, 121.5)	15.0(12.0, 21.5)	170.0(97.5, 307.5)
检验值		$H=10.326$		$\chi^2=22.442$		$H=17.419$	$H=9.857$	$H=11.893$
<i>P</i> 值		0.006		0.000		0.000	0.007	0.003
组间比较	(1):(2)	$D=16.613, P=0.351$		$\chi^2= 1.913, P=0.167$		$D=10.131, P=1.000$	$D= 8.187, P=1.000$	$D=14.065, P=0.573$
	(1):(3)	$D=40.803, P=0.005$		$\chi^2=21.394, P=0.000$		$D=54.302, P=0.000$	$D=40.851, P=0.005$	$D=45.049, P=0.002$
	(2):(3)	$D=24.190, P=0.237$		$\chi^2= 9.368, P=0.002$		$D=44.171, P=0.005$	$D=32.664, P=0.057$	$D=30.984, P=0.080$

($P_1=0.005, P_2=0.002$)。带气管插管转入 ICU 的中重度低氧组患者机械通气时间较血氧正常组明显延长($P=0.005$),机械通气时间 >24 h 的比例也明显高于血氧正常组及轻度低氧组($P_1=0.000, P_2=0.002$)。

3 讨论

术后呼吸系统并发症的预防及处理直接影响患者预后,其表现形式多样,包括肺不张、肺部感染、支气管痉挛及慢性阻塞性肺疾病急性加重等^[8-9],但不同的呼吸系统并发症均可表现为低氧血症,低氧血症有时甚至是术后早期肺损伤的唯一表现。氧合指数可以反映低氧血症的严重程度,也是反映肺损伤最直接和实际的指标,2012 年 ARDS 柏林新定义指出,氧合指数可以作为病死率的预测指标^[7];刘杜蛟等^[10]研究表明内科危重病患者随着氧合指数的恶化,病死率明显增高;患者围手术期低氧也与其他术后并发症或事件的发生密切相关,如认知功能障碍、延迟拔管等^[11-12]。本研究将氧合指数作为全麻术后患者预后评估的指标同样显示出重要的临床意义。

术后出现低氧血症或呼吸衰竭可能与多种因素相关,包括年龄、术前合并呼吸系统疾病、吸烟、手术部位、手术时间、液体平衡等^[6,9,13-17]。本研究选择病历资料时尽可能控制已知的相关因素,使各组之间基线资料均衡,具有可比性,从结果来看,多数择期全麻术后患者转入 ICU 时即存在低氧血症。由于所有入选患者术前不需要接受氧疗,提示低氧血症是在术中发生的,ICU 患者早期低氧血症的表现只是术中肺损伤的延续。有研究表明,术中监测脉搏血氧饱和度(SpO_2)可发现 7%~17% 的患者在全麻诱导阶段已经开始存在低氧情况($SpO_2<0.90$),并随着麻醉时间的延长而加重^[18-19]。由于本研究中不同氧合水平各组患者在年龄和手术类型等方面无统计学差异,考虑低氧的发生主要与全麻对呼吸生理的影响有关,麻醉剂和肌松剂的使用导致呼吸肌(主要为膈肌)张力下降,膈肌上移,胸廓容积和肺容积在肺弹性回缩力的作用下减小,从而导致功能残气量(FRC)降低,在肺重力依赖区尤为明显,严重时发生肺不张;FRC 下降及肺不张使肺通气/血流比例失调,出现低氧血症。其他相关机制还包括麻醉剂及肌松剂的残留导致呼吸动力异常;麻醉药的应用增加了气道阻力使患者呼吸做功增加等^[20-21]。

虽然人们对术中低氧有所认识,但出于安全考虑术中广泛使用高浓度氧气吸入,术中低氧通常能被高浓度吸氧所纠正,因此单纯以 SpO_2 作为氧合的

监测指标显然不能有效发现潜在的低氧血症。另外,高浓度的氧气吸入使肺泡缺乏氮气的支撑作用,随着肺泡内氧气的吸收,肺泡更容易出现萎陷,从而形成恶性循环^[22]。因此,全麻手术过程中应关注患者肺功能的保护。文献报道,适当提高呼气末正压(PEEP)水平、降低麻醉过程中的 FiO_2 、选择短效的麻醉及肌松药物等都有助于降低全麻造成的低氧血症^[23]。

在低氧血症对预后的影响方面,本研究显示在需要机械通气的患者中,中重度低氧组患者带机时间超过 24 h 的比例为 44.4%,明显高于血氧正常组和轻度低氧组,在住 ICU 时间、术后至出院时间以及总吸氧时间方面,中重度低氧组较血氧正常组也明显延长,提示中重度低氧组患者肺损伤更加严重,需要更多的治疗干预和更长的恢复时间,氧疗时间延长则说明患者可能进展为更加严重的呼吸系统并发症。前述术后早期的低氧血症主要与肺不张有关,轻度的肺不张一般为可逆性,而发生重度肺不张时,肺部感染的机会可能明显增加^[24],影响了患者的预后;另外,中重度低氧组机械通气时间明显延长,患者发生机械通气相关性肺炎和肺损伤的风险也明显增加。因此,早期低氧血症可以作为术后呼吸系统并发症的预测指标。

肺脏保证良好通气和换气功能的前提是拥有正常的气道廓清能力和维持肺泡的稳定性,而这两者在全麻术后患者均有不同程度的受损,其中如何恢复患者的肺泡稳定性是预防术后呼吸系统并发症的重点。因此,对于术后低氧患者不能单纯以纠正低氧作为治疗目的,尤其不能简单地通过提高 FiO_2 来改善低氧。对机械通气患者更应该关注其呼吸力学的变化,合理设置呼吸机参数,避免应用过高的潮气量及平台压,预防机械通气相关性肺损伤的同时促进患者肺功能恢复^[9]。有研究表明,在同时保证足够高的 PEEP 水平情况下,应用肺复张策略可以有效改善患者的氧合^[23]。宁波等^[25]对 40 例老年手术患者进行肺复张疗效的研究表明,肺复张组氧合指数明显改善,肺不张和肺部感染的发生率明显低于非复张组,这与肺复张改善肺泡通气量、避免肺泡萎陷、减轻肺泡水肿有关。对于已经拔管的患者应用无创正压通气,早期进行肺功能锻炼可以降低术后再插管率以及呼吸系统并发症的发生率^[26-29]。陈小枫和叶纪录^[30]对心外科体外循环术后呼吸困难患者给予无创通气治疗,结果显示,与面罩吸氧组相比,无创通气治疗可以缩短患者住 ICU 时间、降低病死率,在

改善患者氧合的同时,循环功能也得到了明显的改善。

综上所述,本研究提示,术后早期低氧血症与患者的预后密切相关,氧合指数 ≤ 200 mm Hg 预示患者可能继发严重的呼吸系统并发症,需要早期加以重视,合理设定呼吸机参数,方可使患者肺机械力学指标得以恢复。

参考文献

- [1] Smith PR, Baig MA, Brito V, et al. Postoperative pulmonary complications after laparotomy. *Respiration*, 2010, 80: 269-274.
- [2] Shander A, Fleisher LA, Barie PS, et al. Clinical and economic burden of postoperative pulmonary complications: patient safety summit on definition, risk-reducing interventions, and preventive strategies. *Crit Care Med*, 2011, 39: 2163-2172.
- [3] Khan NA, Quan H, Bugar JM, et al. Association of postoperative complications with hospital costs and length of stay in a tertiary care center. *J Gen Intern Med*, 2006, 21: 177-180.
- [4] 马良赞, 廖泽飞, 王耿杰. 食管癌术后肺部并发症危险因素的多因素 Logistic 回归分析. *中国危重病急救医学*, 2011, 23: 625-628.
- [5] Liu SS, Chisholm MF, Ngeow J, et al. Postoperative hypoxemia in orthopedic patients with obstructive sleep apnea. *HSS J*, 2011, 7: 2-8.
- [6] McAlister FA, Bertsch K, Man J, et al. Incidence of and risk factors for pulmonary complications after nonthoracic surgery. *Am J Respir Crit Care Med*, 2005, 171: 514-517.
- [7] Ferguson ND, Fan E, Camporota L, et al. The Berlin definition of ARDS: an expanded rationale, justification, and supplementary material. *Intensive Care Med*, 2012, 38: 1573-1582.
- [8] Qaseem A, Snow V, Fitterman N, et al. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med*, 2006, 144: 575-580.
- [9] Eichenbaum KD, Neustein SM. Acute lung injury after thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2010, 24: 681-690.
- [10] 刘杜姣, 薛庆亮, 王鹿杰, 等. 有创机械通气治疗的急性呼吸衰竭患者氧合指数与预后关系探讨. *中国危重病急救医学*, 2012, 24: 592-595.
- [11] Faritous ZS, Aghdaie N, Yazdanian F, et al. Perioperative risk factors for prolonged mechanical ventilation and tracheostomy in women undergoing coronary artery bypass graft with cardiopulmonary bypass. *Saudi J Anaesth*, 2011, 5: 167-169.
- [12] Browne SM, Halligan PW, Wade DT, et al. Postoperative hypoxia is a contributory factor to cognitive impairment after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 126: 1061-1064.
- [13] Gupta H, Gupta PK, Fang X, et al. Development and validation of a risk calculator predicting postoperative respiratory failure. *Chest*, 2011, 140: 1207-1215.
- [14] Nobili C, Marzano E, Oussoultzoglou E, et al. Multivariate analysis of risk factors for pulmonary complications after hepatic resection. *Ann Surg*, 2012, 255: 540-550.
- [15] Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med*, 2006, 144: 581-595.
- [16] 何征宇, 皋源, 王祥瑞. 外科手术术后早期低氧血症的临床分析. *国际呼吸杂志*, 2009, 29: 780-783.
- [17] Johnson RG, Arozullah AM, Neumayer L, et al. Multivariable predictors of postoperative respiratory failure after general and vascular surgery: results from the patient safety in surgery study. *J Am Coll Surg*, 2007, 204: 1188-1198.

- [18] Ehrenfeld JM, Funk LM, Van Schalkwyk J, et al. The incidence of hypoxemia during surgery: evidence from two institutions. *Can J Anaesth*, 2010, 57: 888-897.
- [19] Aust H, Eberhart LH, Kranke P, et al. Hypoxemia after general anesthesia. *Anaesthesist*, 2012, 61: 299-309.
- [20] Hedenstierna G. Oxygen and anesthesia: what lung do we deliver to the post-operative ward?. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2012, 56: 675-685.
- [21] Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, et al. Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg*, 2008, 107: 130-137.
- [22] 赵鲁燕, 蔡宏伟, 任飞, 等. 麻醉恢复期不同浓度氧疗对氧储备和肺换气功能的影响. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2012, 33: 11-17.
- [23] Tusman G, Böhm SH, Warner DO, et al. Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2012, 25: 1-10.
- [24] Sachdev G, Napolitano LM. Postoperative pulmonary complications: pneumonia and acute respiratory failure. *Surg Clin North Am*, 2012, 92: 321-344.
- [25] 宁波, 李一粟, 马宇洁, 等. 老年患者重大手术后肺复张疗效观察. *中国危重病急救医学*, 2008, 20: 618-620.
- [26] Jaber S, Delay JM, Chanques G, et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. *Chest*, 2005, 128: 2688-2695.
- [27] Grams ST, Ono LM, Noronha MA, et al. Breathing exercises in upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Fisioter*, 2012, 16: 345-353.
- [28] Squadrone V, Coia M, Cerutti E, et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2005, 293: 589-595.
- [29] 杨明全. 鼻面罩无创通气预防上腹部手术全麻恢复期低氧血症的临床研究. *实用医学杂志*, 2011, 27: 1590-1592.
- [30] 陈小枫, 叶纪录. 无创正压通气对心外科术后呼吸困难患者的应用研究. *中国危重病急救医学*, 2007, 19: 542-545.

(收稿日期: 2013-01-21)

(本文编辑: 李银平)

• 广告目次 •

- ①深圳迈瑞公司 (封二)
- ②浙江医药: 来可信 (插页)
- ③珠海健帆: 血液灌流器 (插页)
- ④德尔格: 肺保护工具包 (插页)
- ⑤广东天普药业: 绿色方舟计划 (插页)
- ⑥天津红日药业: 血必净注射液 (插页)
- ⑦天津生化制药: 琥珀氢可 (插页)
- ⑧罗氏诊断产品(上海)有限公司: 血气分析仪 (插页)
- ⑨第一制药: 克倍宁 (封三)
- ⑩江苏新晨: 艾贝宁® 盐酸右美托咪定注射液 (封四)