

腹膜炎患者术后急性呼吸窘迫综合征的临床特点
及危险因素分析

郭晓芳, 梁 培, 陈 鸣, 尤 勇, 张北源, 虞文魁, 王 妍

【摘要】 目的 探讨急性腹膜炎患者手术后早期急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的临床特点及危险因素。 **方法** 回顾性分析南京大学医学院附属鼓楼医院重症医学科(ICU)2016年7月1日至2018年12月31日行急诊手术的急性腹膜炎162例患者临床资料,根据患者术后72 h内是否发生 ARDS 分为 ARDS 组和非 ARDS 组,收集患者基本信息、基础生理指标、实验室检查、术中及术后因素等,进行单因素分析和 Logistic 回归分析以探求腹膜炎患者术后 ARDS 发生的危险因素。 **结果** 162 例急性腹膜炎患者手术后早期 ARDS 发病率 24.07%(39 例)。与非 ARDS 组相比,ARDS 组患者 APACHE II 评分、SOFA 评分、血白细胞、乳酸、术中液体平衡、出血量、输血及休克、去甲肾上腺素剂量 $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 差异均有统计学意义($P<0.05$)。Logistic 多因素回归分析提示:SOFA 评分($\text{OR}=1.730, 95\% \text{CI}=1.356 \sim 2.205, P=0.000$)、术中液体平衡($\text{OR}=1.002, 95\% \text{CI}=1.000 \sim 1.003, P=0.028$)、输血($\text{OR}=0.119, 95\% \text{CI}=0.017 \sim 0.830, P=0.032$)、休克($\text{OR}=0.224, 95\% \text{CI}=0.054 \sim 0.919, P=0.038$)及去甲肾上腺素剂量 $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ ($\text{OR}=9.044, 95\% \text{CI}=1.158 \sim 70.632, P=0.036$)为影响急性腹膜炎患者手术后发生 ARDS 的危险因素。ARDS 组患者 ICU 住院时间 $[(6.12 \pm 5.51) \text{d}]$ 、机械通气时间 $[(58.59 \pm 65.82) \text{h}]$ 及 30 d 病死率(15.38%)明显高于非 ARDS 组 $[(3.20 \pm 2.75) \text{d}、(13.75 \pm 14.91) \text{h}、4.07\%, P<0.05]$,2 组肺炎发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。 **结论** ARDS 是急性腹膜炎手术后常见的并发症,其中 SOFA 评分、术中液体平衡、输血、休克及去甲肾上腺素剂量 $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 是急性腹膜炎患者早期发生 ARDS 的危险因素。

【关键词】 急性呼吸窘迫综合征;急性腹膜炎;危险因素;手术后并发症;临床特点**【中图分类号】** R536.8 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2020)06-0603-05**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2020.06.010

Features and risk factors analysis of early postoperative acute respiratory distress syndrome in patients with acute peritonitis

GUO Xiao-fang¹, LIANG Pei², CHEN Ming¹, YOU Yong¹, ZHANG Bei-yuan¹, YU Wen-kui¹, WANG Yan¹

(1. Department of Intensive Care Unit, 2. Department of Pharmacy, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, Jiangsu, China)

【Abstract】 Objective To discuss the features and risk factors of postoperative acute respiratory distress in the patients with acute abdomen surgery. **Methods** A total of 162 patients admitted to intensive care unit (ICU) from July 2016 to December 2018 were included in the study. The patients were assigned into the acute respiratory distress syndrome (ARDS) group and non-ARDS group. The basic information, physiological indicators and laboratory examinations, intraoperative and postoperative factors were collected for univariate analysis and logistic regression to explore the risk factors for ARDS in patients with peritonitis. **Results** The overall incidence of ARDS was 24.07% (39 cases). Univariate analysis revealed that there were significant differences in APACHE II score,

作者单位:210008 南京,南京大学医学院附属鼓楼医院重症医学科
(郭晓芳、陈 鸣、尤 勇、张北源、虞文魁、王 妍),药学
部(梁 培)

通信作者:王 妍,E-mail:a_nengneng@163.com

SOFA score, leukocyte count, blood lactate concentration, total fluid balance, blood products, shock, infusion of norepinephrine $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ ($P<0.05$). The variables were found to be significantly related to ARDS by

Logistic regression: SOFA score (OR=1.730;95%CI=1.356-2.205; $P=0.000$), total fluid balance (OR=1.002;95%CI=1.000-1.003; $P=0.028$), blood products (OR=1.002;95%CI=1.000-1.003; $P=0.028$), shock (OR=0.224;95%CI=0.054-0.919; $P=0.038$), infusion of norepinephrine $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ (OR=9.044;95%CI=1.158-70.632; $P=0.036$). The ICU duration time [(6.12 \pm 5.51)d], mechanical ventilation time [(58.59 \pm 65.82)h] and 30-d mortality rate (15.38%) of the ARDS group were statistically higher than those in non-ARDS group [(3.20 \pm 2.75)d, (13.75 \pm 14.91)h, 4.07%, all $P<0.05$]. There was no significant difference in the incidence of pneumonia between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** ARDS is a common complication after surgery with acute peritonitis. This study shows that SOFA score, total fluid balance, blood products, shock, infusion of norepinephrine >0.1 .

[Key words] acute respiratory distress syndrome; acute peritonitis; risk factors; postoperative complications; clinical characteristics

0 引言

急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 是各种原因导致的弥散性肺泡及肺间质损伤和肺血管通透性增加, 从而导致急性低氧性呼吸衰竭。对于急性腹膜炎患者, 术期一旦合并 ARDS, 会延长住院时间、增加病死率^[1]。目前 ARDS 尚无特效治疗方法, 尽管临床治疗策略不断完善, 如限制性输液管理、小潮气量肺保护通气等, 病死率仍高达 21.3%^[2], 目前关于腹膜炎术后发生 ARDS 危险因素研究较少。因此, 本研究回顾性分析急性腹膜炎患者手术后 ARDS 的临床特点及危险因素, 旨在为防治 ARDS 提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2016 年 7 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日入住我院重症医学科以腹痛为主要临床表现并行急诊手术的急性腹膜炎患者临床资料。入选标准: ①年龄 >18 岁; ②麻醉方式为全身麻醉, 均为气管插管; ③行急诊手术; ④住院时间 >72 h。排除标准: ①合并肺炎及慢性肺部疾病; ②合并胸部外伤; ③近期 30 d 内行外科手术治疗; ④合并神经肌肉疾病; ⑤腹部器官以外疾病表现为急性腹膜炎症状者。其中 ARDS 纳入标准参照 2012 年柏林诊断标准^[3]。纳入符合入选标准的急性腹膜炎患者 180 例, 排除合并神经肌肉疾病 1 例、胸部创伤性损伤 1 例、近期主动脉支架置入史 1 例、肺炎 6 例及慢性肺部疾病 10 例, 实际纳入 162 例患者, 其中男 95 例、女 67 例, 年龄 21~78 岁, 平均 (69.75 \pm 14.15) 岁。

1.2 研究方法 根据患者是否发生 ARDS 分为 ARDS 组和非 ARDS 组。记录患者性别、年龄、基础

疾病、酗酒及抽烟、体重指数 (body mass index, BMI)、临床急性生理学及慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、序贯器官衰竭评分 (sequential organ failure assessment, SOFA)、入院时呼吸频率、体温、平均动脉压、血清白细胞、白蛋白、降钙素原、乳酸、C 反应蛋白、入院至手术间隔时间、手术时间、术中失血量、输血及液体平衡量、休克及去甲肾上腺素剂量是否 $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 、手术部位等临床资料, 并统计 2 组患者 ICU 住院时间、机械通气时间、肺炎及病死率。

1.3 统计学分析 应用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析, 连续计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 检验评估是否正态分布, 正态分布的连续变量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示, 组间比较 t 检验; 非正态分布的连续资料以中位数四分位距 (IQR) 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料以百分比 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验。以是否发生 ARDS 为因变量, 以单因素分析有统计学差异的各项指标为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。以 $P\leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 急性腹膜炎患者发生 ARDS 情况 39 例 (24.07%) 急性腹膜炎患者于手术后 72 h 内发生 ARDS, 其中轻度 26 例 (16.05%)、中度 8 例 (4.94%)、重度 5 例 (3.09%)。

2.2 急性腹膜炎患者手术后早期 ARDS 危险因素的单因素分析 ARDS 组与非 ARDS 组患者 SOFA 评分、术中液体平衡、输血、休克及去甲肾上腺素剂量 $>0.1 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 组间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表 1。

表 1 急性腹膜炎患者发生 ARDS 的单因素分析

变量	ARDS 组(<i>n</i> =39)	非 ARDS 组(<i>n</i> =123)	<i>P</i> 值
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	73.26±10.40	68.63±15.01	0.376
性别[<i>n</i> (%)]			0.303
男性	21(48.73)	74(61.89)	
女性	18(51.28)	49(38.21)	
合并症[<i>n</i> (%)]			
高血压病	17(43.59)	47(38.21)	0.339
糖尿病	10(25.64)	24(19.51)	0.272
心血管疾病	4(10.26)	9(7.31)	0.383
酗酒[<i>n</i> (%)]	1(2.56)	3(2.44)	0.672
吸烟[<i>n</i> (%)]	8(20.51)	15(12.20)	0.151
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.37±1.53	23.18±1.27	0.126
危重度评分(IQR)			
SOFA 评分	6.0(3.00~8.00)	1.00(0.00~3.00)	<0.001
APACHE II 评分	15.00(11.00~21.00)	11.00(9.00~14.00)	<0.001
基础生理指标			
呼吸频率(IQR, 次/min)	20.00(18.00~20.00)	19.00(18.00~20.00)	0.835
体温(IQR, ℃)	37.40(37.00~38.00)	37.00(36.60~38.00)	0.241
平均动脉压($\bar{x}\pm s$, mmHg)	73.82±11.22	78.12±11.29	0.737
基础实验室检查			
白细胞($\bar{x}\pm s$, ×10 ⁹ /L)	10.31±7.04	10.57±5.17	0.006
清蛋白($\bar{x}\pm s$, g/L)	30.85±4.09	31.92±3.60	0.600
乳酸(IQR, mmol/L)	2.0(1.0~4.0)	1.3(0.9~2.0)	0.008
降钙素原(IQR, ng/mL)	11.48(3.93~21.20)	3.34(0.52~10.12)	0.161
C 反应蛋白($\bar{x}\pm s$, mg/L)	141.56±76.18	107.67±61.29	0.319
术中因素			
入院至手术间隔时间(IQR, h)	3.50(2.50~4.90)	3.00(2.50~5.00)	0.783
手术时间($\bar{x}\pm s$, h)	2.92±1.52	2.89±1.29	0.770
液体平衡($\bar{x}\pm s$, mL)	858.97±220.90	583.70±355.45	0.001
出血量(IQR, mL)	200(50~300)	100(50~200)	0.041
输血[<i>n</i> (%)]	11(28.21)	10(8.13)	0.002
休克[<i>n</i> (%)]	19(48.72)	16(13.01)	0.000
去甲肾上腺素剂量>0.1 μg/(kg·min)[<i>n</i> (%)]	15(38.46)	10(8.13)	0.000
手术部位[<i>n</i> (%)]			0.313
胃	7(17.95)	15(12.20)	
空回肠	16(41.03)	75(60.98)	
十二指肠	3(7.69)	5(4.07)	
结肠	7(17.95)	12(9.76)	
阑尾	5(12.82)	11(8.94)	
直肠	1(2.56)	5(4.07)	

1 mmHg=0.133 kPa

2.3 急性腹膜炎患者手术后早期 ARDS 危险因素的多因素分析 多因素 Logistic 回归分析结果显示, SOFA 评分、术中液体平衡、休克、去甲肾上腺素>0.1 μg/(kg·min)、输血是急性腹膜炎患者手术后早期发生 ARDS 的危险因素。见表 2。

2.4 术后指标比较 ARDS 组患者 ICU 住院时间、机械通气时间及 30 d 病死率明显高于非 ARDS 组

(*P*<0.05), 2 组肺炎发生率比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表 3。

表 2 急性腹膜炎患者发生 ARDS 的影响因素 Logistic 回归分析

影响因素	<i>B</i>	SE	Wald	OR 值	95%CI	<i>P</i> 值
SOFA 评分	0.548	0.124	19.521	1.730	1.356~2.205	0.000
术中液体平衡	0.002	0.001	4.844	1.002	1.000~1.003	0.028
休克	-1.497	0.721	4.313	0.224	0.054~0.919	0.038
去甲肾上腺素剂量>0.1 μg/(kg·min)	2.202	1.049	4.409	9.044	1.158~70.632	0.036
输血	-2.131	0.992	4.615	0.119	0.017~0.830	0.032
常数项	-3.734	1.686	4.903			0.027

表 3 急性腹膜炎患者 ARDS 组与非 ARDS 组并发症及病死率比较

术后情况	ARDS 组(<i>n</i> =39)	非 ARDS 组(<i>n</i> =123)	<i>P</i> 值
ICU 住院时间($\bar{x}\pm s$, d)	6.12±5.51	3.20±2.75	0.000
机械通气时间($\bar{x}\pm s$, h)	58.59±65.82	13.75±14.91	0.000
肺炎[<i>n</i> (%)]	5(12.82)	7(5.69)	0.131
30 d 病死率[<i>n</i> (%)]	6(15.38)	5(4.07)	0.014

3 讨 论

急性腹膜炎是急诊常见危重症,因过度激活的炎症反应及免疫功能抑制,可导致严重呼吸系统、心血管系统等多器官功能障碍^[4];另腹部手术切口对呼吸肌造成直接损伤、术后胃肠功能障碍及腹部切口剧烈疼痛等可导致膈肌上抬、气道分泌物清除障碍、肺容量减少及双肺下叶肺不张等病理生理改变,是引起 ARDS 的主要诱因^[5]。因此探讨急性腹膜炎患者手术后早期 ARDS 的临床特点及危险因素,可以早期规避风险,加强防治并改善预后。

目前国内外关于急性腹膜炎手术后早期 ARDS 发病率及危险因素研究较少。Serpa 等^[6]以氧合指数<300 mmHg 作为 ARDS 的诊断标准,发现腹部手术早期 ARDS 发生率为 3.4%,病死率为 12.2%。本研究发现我院急性腹膜炎手术后早期 ARDS 发生率为 24.07%,病死率为 15.38%,较既往研究明显升高。究其原因考虑一方面本研究纳入对象均为急诊手术患者,与择期手术相比,在术前评估及准备、术中管理方面存在潜在风险;另一方面原因与 ARDS 诊断标准不统一有关。本研究采用高敏感性的柏林诊断标准,有助于早期诊断,规避风险,评估

预后。

急性腹膜炎时,腹膜急性炎症时,细菌及其释放的内毒素刺激腹膜肥大细胞释放组胺等血管活性物质,导致血管通透性增加,血管内液体及血浆蛋白质渗透至腹腔,导致有效循环血容量下降;急性腹膜炎引发机体过度炎症反应,产生过多炎症介质^[7-8],致微循环障碍,进一步加重液体渗漏至组织间隙;同时手术过程中腹腔开放,不显性失水增加,严重者导致休克。基于以上病理生理机制,术后液体治疗可以稳定大循环,维持有效循环血容量,保证组织灌注。然而急性腹膜炎患者手术中输注过多胶体及晶体造成液体负荷过重,导致液体及蛋白质通过高通透性血管渗透至肺泡及肺间质,减少肺泡表面活性物质,降低肺顺应性,增加 ARDS 发生风险^[9-10];通过对肺叶切除手术^[12]、重症创伤手术^[13]及腹部手术^[14]研究均发现,围术期液体平衡量与术后 ARDS 发生率呈正相关,且延长住院时间、增加病死率;已有研究表明,与术中自由液体治疗相比,限制性液体治疗 60 d 并发症降低 (28% vs 45%, $P = 0.02$),住院时间缩短 (9.7 d vs 11.5 d, $P < 0.01$)^[15]。与以往研究结果类似,本研究中 ARDS 组术中液体平衡量大于非 ARDS 组,差异具有统计学意义,为急性腹膜炎手术后发生 ARDS 的独立危险因素。因此,有研究以术中 $\leq 5 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 补液量,术后 $\leq 0.8 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 进行补液,因患者基础心功能及疾病状态不同,辅以食道超声或脉搏指示监测仪等指导个体化液体管理^[16];另有研究建议以术中脉搏压力变异度 $> 10\%$ 、心指数 $> 2.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 及平均动脉压 $> 65 \text{ mmHg}$ 为目标导向性液体治疗目标,避免过量补液导致容量负荷过重,减少腹部手术患者术后 ARDS 的发生率,改善预后^[17]。

急性腹膜炎患者手术中输注液体除晶体和胶体外,也使用血液制品。输血会带来多种风险,一方面血制品中的人白细胞抗原抗体,整合于中性粒细胞促使后者释放细胞因子及炎症介质,破坏毛细血管内皮,导致炎症性肺泡水肿^[11];另一方面人白细胞抗原抗体与白细胞形成的微聚物阻塞肺部毛细血管,进一步加重肺损伤。术中输血相关的急性肺损伤发生率为 $0.1\% \sim 2\%$ ^[18-20],重症患者可达 $5\% \sim 8\%$ ^[21],一旦发生肺损伤,病死率可高达 43% ^[22]。研究表明,血红蛋白浓度、术中失血量大、开放手术及手术时间长是术中输血的危险因素,

其中血红蛋白浓度是术后肺部并发症的独立危险因素^[23]。与以往研究结果相同,本研究发现,术中输血是急性腹膜炎手术后早期 ARDS 的危险因素。因此,有研究建议以血栓弹力图为指导,不仅可以评估术中成分输血需求,同时可以识别术后是否发生大出血风险^[24]。

早期评估急性腹膜炎病情严重程度有助于临床监测,减少并发症,改善预后。SOFA 评分系统是评估多脏器损伤严重程度的可靠工具,对预后也有重要的预测价值^[25]。本研究中 SOFA 评分越高,急性腹膜炎手术后早期 ARDS 危险性越大。且一旦并发 ARDS,急性腹膜炎患者 ICU 住院时间、机械通气时间及 30 d 病死率均明显增加,且差异具有统计学意义。因此对于急性腹膜炎手术患者,常规进行 SOFA 评分,并关注 SOFA 评分变化,以血流动力学监测为目标,强调个体化液体管理,并注意加强血栓弹力图监测评估输血需求,有助于减少腹膜炎术后 ARDS 的发生。

另外,本研究存在一定局限性。首先,手术中呼吸机机械通气数据缺失;其次,本研究纳入病例平均年龄 69 岁,老年患者居多,相对而言,老年患者器官功能衰退,对手术应激能力下降。因此本研究结果是否广泛适用于成年患者尚需进一步研究。

ARDS 是急性腹膜炎常见并发症,延长住院时间及机械通气时间,病死率高。对于 SOFA 评分高、手术中大量补液及输血患者,应严密监测呼吸功能,警惕发生 ARDS 的风险。

【参考文献】

- [1] Bellani G, Laffey JG, Pham T, *et al.* Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries[J]. *JAMA*, 2016, 315(8):788-800.
- [2] Xing XZ, Gao Y, Wang HJ, *et al.* Risk factors and prognosis of critically ill cancer patients with postoperative acute respiratory insufficiency[J]. *World J Emerg Med*, 2013, 4(1): 43-47.
- [3] Force ADT, Ranieri VM, Rubenfeld GD, *et al.* Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition[J]. *JAMA*, 2012, 307(23):2526-2533.
- [4] Barrier KM. Summary of the 2016 International Surviving Sepsis Campaign: A Clinician's Guide[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2018, 30(3):311-321.
- [5] Gaudry S, Tuffet S, Lukaszewicz AC, *et al.* Prone positioning in acute respiratory distress syndrome after abdominal surgery: a

- multicenter retrospective study: SAPRONADONF (Study of Ards and PRONe position After abDOmiNal surgery in France) [J]. *Ann Intensive Care*, 2017, 7(1):21.
- [6] Serpa NA, Hemmes SN, Barbas CS, *et al.* Incidence of mortality and morbidity related to postoperative lung injury in patients who have undergone abdominal or thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Respir Med*, 2014, 2(12):1007-1015.
- [7] Kurt A, Turut H, Acipayam A, *et al.* Investigation of surfactant protein-D and interleukin-6 levels in patients with blunt chest trauma with multiple rib fractures and pulmonary contusions: a cross-sectional study in Black Sea Region of Turkey [J]. *BMJ Open*, 2016, 6(10):e011797.
- [8] 杨仁荣, 曹金林, 刘桂宝, 等. 甲泼尼龙对急性肺损伤后血清 IL-6、IL-8 和 TNF- α 水平的影响及临床意义 [J]. *东南国防医药*, 2013, 15(4):338-339.
- [9] Alessandri F, Pugliese F, Ranieri VM. The Role of Rescue Therapies in the Treatment of Severe ARDS [J]. *Respir Care*, 2018, 63(1):92-101.
- [10] 徐 颖, 顾 勤. 液体管理对感染性休克合并急性肺损伤患者预后的影响 [J]. *医学研究生学报*, 2012, 25(7):738-741.
- [11] Chhabra N, Kacha AK, Shahul SS. Perioperative Fluid Strategies to Prevent Lung Injury [J]. *Int Anesthesiol Clin*, 2018, 56(1):107-117.
- [12] Kim HJ, Cha SI, Kim CH, *et al.* Risk factors of postoperative acute lung injury following lobectomy for nonsmall cell lung cancer [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(13):e15078.
- [13] Kolarik M, Roberts E. Permissive Hypotension and Trauma: Can Fluid Restriction Reduce the Incidence of ARDS [J]? *J Trauma Nurs*, 2017, 24(1):19-24.
- [14] Xu B, Ge Y, Lu Y, *et al.* Risk factors and prognosis of acute respiratory distress syndrome following abdominal surgery [J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(1):159-164.
- [15] Corcoran T, Rhodes JE, Clarke S, *et al.* Perioperative fluid management strategies in major surgery: a stratified meta-analysis [J]. *Anesth Analg*, 2012, 114(3):640-651.
- [16] Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, *et al.* Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(24):2263-2274.
- [17] Salzwedel C, Puig J, Carstens A, *et al.* Perioperative goal-directed hemodynamic therapy based on radial arterial pulse pressure variation and continuous cardiac index trending reduces postoperative complications after major abdominal surgery: a multicenter, prospective, randomized study [J]. *Crit Care*, 2013, 17(5):R191.
- [18] Clifford L, Jia Q, Subramanian A, *et al.* Characterizing the epidemiology of postoperative transfusion-related acute lung injury [J]. *Anesthesiology*, 2015, 122(1):12-20.
- [19] Afonin AN, Karpun NA. Acute transfusion-related lung injury in patients after cardiac surgery [J]. *Anesteziol Reanimatol*, 2010(2):27-30.
- [20] Xing Z, Wang QS, Yang QN, *et al.* Transfusion-related acute lung injury in paediatric surgical patients: a retrospective study [J]. *Transfus Apher Sci*, 2014, 51(2):215-218.
- [21] McVey MJ, Kapur R, Cserti-Gazdewich C, *et al.* Transfusion-related Acute Lung Injury in the Perioperative Patient [J]. *Anesthesiology*, 2019, 131(3):693-715.
- [22] Kim J, Na S. Transfusion-related acute lung injury: clinical perspectives [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2015, 68(2):101-105.
- [23] Unal D, Senayli Y, Polat R, *et al.* Peri-operative blood transfusion in elective major surgery: incidence, indications and outcome—an observational multicentre study [J]. *Blood Transfus*, 2020, 18(4):261-279.
- [24] Zhang JJ, Yu WK, Gao T, *et al.* Thromboelastography can Identify Postoperative Active Bleeding and Evaluate Blood Product Requirements in Abdominal Surgery [J]. *Hepatogastroenterology*, 2014, 61(131):628-632.
- [25] Azoulay E, Lemiale V, Mourvillier B, *et al.* Management and outcomes of acute respiratory distress syndrome patients with and without comorbid conditions [J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(7):1050-1060.

(收稿日期:2020-06-17; 修回日期:2020-07-28)

(责任编辑:叶华珍; 英文编辑:朱一超)