

研究论著

DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2022.11.006

术中血浆与红细胞输注比例对心脏外科手术患者预后的影响

欢迎扫码观看
文章视频简介

陈艳红 李丹丹 黎燕玲 刘贵龙 赵祎莉

【摘要】 目的 探讨术中血浆与红细胞输注比例（血浆/红细胞）对心脏外科手术术中输血患者预后的影响。方法 收集723例心脏外科手术术中输血患者的临床资料，根据输血量将其分为大量输血组（输血量 ≥ 8 U，282例）和非大量输血组（输血量 < 8 U，441例），2组再按血浆/红细胞进一步分为高比例组与低比例组2个亚组（高比例组：血浆/红细胞 > 1 ；低比例组：血浆/红细胞 ≤ 1 ），探讨血浆/红细胞对患者预后的影响。结果 大量输血组中低比例组术后血浆输注量显著增加，术后血红蛋白水平低于高比例组，术后活化部分凝血活酶时间和国际标准化比值较高比例组延长/减少，住院时间、术后入住ICU时间和术后机械通气时间也更长（ P 均 < 0.05 ）。非大量输血组中低比例组术后血红蛋白水平和红细胞比容高于高比例组（ P 均 < 0.05 ），但2个亚组术后住院时间、术后入住ICU时间、术后机械通气时间及住院死亡率比较差异均无统计学意义（ P 均 > 0.05 ）。结论 在接受大量输血的心脏手术患者中，较高的血浆/红细胞或更有利于预后；而对于非大量输血患者则无需过多地输注血浆。

【关键词】 血浆；红细胞；比例；心脏外科手术；预后

Effect of intraoperative plasma-to-red blood cell transfusion ratio on prognosis of patients undergoing cardiac surgery Chen Yanhong, Li Dandan, Li Yanling, Liu Guilong, Zhao Yili. Department of Blood Transfusion, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China

Corresponding author, Zhao Yili, E-mail: zhaoyili007@163.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the effect of plasma-to-red blood cell transfusion ratio on clinical prognosis of patients undergoing blood transfusion during cardiac surgery. **Methods** Clinical data of 723 patients receiving blood transfusion during cardiac surgery were collected. According to the amount of blood transfusion, they were divided into the massive transfusion group (blood transfusion ≥ 8 U, $n = 282$) and non-massive transfusion group (blood transfusion < 8 U, $n = 441$). Two groups were further divided into 2 subgroups according to the plasma-to-red blood cell transfusion ratio (high ratio subgroup: plasma-to-red blood cell ratio > 1 ; low ratio subgroup: plasma-to-red blood cell transfusion ratio ≤ 1), the influence of plasma-to-red blood cell transfusion ratio on clinical prognosis of patients was evaluated. **Results** In the massive transfusion group, the amount of postoperative plasma transfusion was significantly increased, postoperative hemoglobin level was significantly lower, postoperative activated partial thromboplastin time (APTT) was prolonged, postoperative international normalized ratio (INR) was lower, the length of postoperative hospital stay, postoperative ICU stay and postoperative mechanical ventilation time were significantly longer in the low ratio subgroup compared with those in the high ratio subgroup (all $P < 0.05$). In the non-massive transfusion group, postoperative hemoglobin level and hematocrit in the low ratio subgroup were significantly higher than those in the high ratio subgroup (both $P < 0.05$), but there were no significant difference between two subgroups about the length of postoperative hospital stay, postoperative ICU stay, postoperative mechanical ventilation time and in-hospital mortality rate (all $P > 0.05$). **Conclusions** For patients receiving massive blood transfusion during cardiac surgery, high plasma-to-red blood cell transfusion ratio is more conducive to clinical prognosis. For those with non-massive transfusion, there is no need for excessive plasma transfusion.

【Key words】 Plasma; Red blood cells; Proportion; Cardiovascular surgery; Prognosis

心脏外科手术是血液制品输注概率高的手术之一，20%~40%的患者在术中需要常规输血，其

中大量输血占8%，而术中出血严重会使患者死亡率增加8倍^[13]。目前，成分输血已替代全血输

注成为输血救治的重要方式。在心脏外科手术中,患者因体外循环血液稀释而不可避免地需要输血,其中以输注血浆及红细胞最为常见^[4]。研究表明,一方面,心脏外科手术患者术中出血量与其预后有关,另一方面,过多的输血又会导致较差的临床结局,因此找到最佳的输血策略至关重要^[56]。目前关于成分输血最佳的血浆与红细胞输注比例(血浆/红细胞)在创伤领域的研究较多,有研究表明创伤后大出血患者的死亡率随血浆/红细胞的增高而降低^[7]。心脏手术患者大量输血的研究显示,输注高比例血浆或与改善预后相关^[6]。然而笔者未见关于非大量输血时血浆/红细胞问题的研究,本研究拟分析723例接受心脏外科手术的大量输血和非大量输血患者的血浆/红细胞对预后的影响,现报告如下。

对象与方法

一、研究对象

选取本院2017年1月至2022年6月接受心脏手术且术中输血的患者,所有患者输血数据均来源于本院临床输血信息数据库、临床数据来源于本院电子病历、实验室检查结果来源于本院检验系统。纳入标准:①接受心脏手术;②术中输注血浆与红细胞;③年龄 ≥ 16 岁;④无严重的肝肾功能障碍;⑤初诊患者。排除标准:①接受未使用体外循环的手术;②存在术后并发症。共纳入723例患者,其中男359例、女364例。本研究获中山大学孙逸仙纪念医院伦理委员会批准(批件号:SYSKY-2022-260-02)

二、方法

收集患者的各项资料:①术前基本资料,包括性别、年龄、是否急诊手术、是否有基础疾病、术前是否使用抗凝药及诊断。②术前实验室检查,a.血细胞分析,包括白细胞计数(WBC)、血红蛋白(Hb)、血小板计数(PLT)和红细胞比容(HCT);b.凝血常规,包括凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、国际标准化比值(INR)和纤维蛋白(FIB);c.生化检查,包括ALT、肌酐、总胆固醇、白蛋白、总胆红素、血糖、甘油三酯(TG)。③术中情况,包括手术时间、体外循环时间、红细胞输注量、血小板输注量、冷沉淀输注量、液体输注量(晶体+胶体)、

维生素K用量、凝血酶原复合物用量及手术类型。④术后输血情况及短期预后指标,包括术后输血(红细胞、血浆输注量、血小板输注量、冷沉淀输注量)、住院时间、术后入住ICU时间、术后机械通气时间及住院死亡率等^[6]。⑤术后相关实验室检查,包括血常规及凝血情况。

参考文献^[8]以输血量8U为分界值,根据手术过程中的输血量将患者分为大量输血组(输血量 ≥ 8 U)和非大量输血组(输血量 < 8 U)。再根据血浆/红细胞将每组分为高比例组(血浆/红细胞 > 1)和低比例组(血浆/红细胞 ≤ 1)2个亚组。723例中大量输血组282例,其中低比例组164例、高比例组118例;非大量输血组441例,其中低比例组178例、高比例组263例。

三、统计学处理

采用SPSS 25.0进行数据分析。对符合正态分布的连续变量用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较用独立样本 t 检验;偏态分布的计量资料用中位数(下四分位数,上四分位数)表示,组间比较用Mann-Whitney U 秩和检验;分类资料分析比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为比较差异有统计学意义。

结果

一、接受心脏手术患者各输血组术前基本资料及实验室检查比较

大量输血组和非大量输血组中高比例组与低比例组的各项资料比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表1。

二、接受心脏手术患者各输血组术中情况比较

大量输血组和非大量输血组中高比例组与低比例组术中情况比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表2。

三、接受心脏手术患者各输血组术后输血情况及短期预后指标比较

术后输血情况如下,大量输血组中低比例组术后血浆的输注量大于高比例组($P = 0.035$);非大量输血组中高比例组与低比例组术后血浆的输注量比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。2组中2个亚组术后红细胞的输注量比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。

表1 接受心脏手术患者各输血组术前的资料比较

项 目	大量输血组 (282 例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值	非大量输血组 (441 例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值
	低比例组 (164 例)	高比例组 (118 例)			低比例组 (178 例)	高比例组 (263 例)		
年龄 (岁)	58.88 ± 13.28	59.36 ± 12.51	0.301	0.763	57.37 ± 12.20	55.10 ± 12.67	-1.872	0.062
性别 / 例 (%)								
男	84 (51.2)	56 (47.5)	0.048	0.826	95 (53.4)	146 (55.5)	0.197	0.657
女	80 (48.8)	62 (52.5)			83 (46.6)	117 (44.5)		
有基础疾病 / 例 (%)	68 (41.5)	49 (41.5)	0.000	0.992	61 (34.3)	101 (38.4)	1.010	0.315
急诊手术 / 例 (%)	7 (4.3)	6 (5.1)	0.104	0.747	5 (2.8)	10 (3.8)	0.335	0.563
术前使用抗凝药 / 例 (%)	45 (27.4)	31 (26.3)	0.048	0.827	57 (32.2)	67 (25.5)	2.292	0.130
诊断 / 例 (%)								
心脏瓣膜病	91 (55.5)	55 (46.6)	2.976	0.562	114 (64.0)	155 (58.9)	5.386	0.250
冠心病	31 (18.9)	25 (21.2)			25 (14.0)	57 (21.7)		
主动脉夹层	11 (6.7)	13 (11.0)			9 (5.1)	9 (3.4)		
感染性心内膜炎	16 (9.8)	12 (10.2)			11 (6.2)	20 (7.6)		
其他	15 (9.1)	13 (11.0)			19 (10.7)	22 (8.4)		
WBC/×10 ⁹ /L	7.29 ± 3.08	7.58 ± 3.42	0.700	0.484	7.33 ± 2.81	7.40 ± 2.92	0.210	0.834
Hb/ (g/L)	114.38 ± 21.43	119.18 ± 21.81	0.758	0.660	132.42 ± 17.69	129.14 ± 21.23	1.756	0.080
PLT/×10 ⁹ /L	221.42 ± 56.32	213.47 ± 73.74	-0.810	0.419	228.90 ± 72.71	234.39 ± 75.29	-0.767	0.444
HCT	0.351 ± 0.055	0.363 ± 0.064	1.624	0.106	0.388 ± 0.057	0.398 ± 0.052	-0.995	0.321
PT/s	13.11 ± 2.28	13.21 ± 3.58	0.286	0.775	12.72 ± 2.49	13.18 ± 3.74	1.424	0.155
APTT/s	30.41 ± 8.36	31.24 ± 4.01	0.877	0.381	28.11 ± 5.17	29.11 ± 5.81	1.161	0.246
INR	1.16 ± 0.31	1.15 ± 0.31	-0.319	0.750	1.11 ± 0.225	1.15 ± 0.337	1.382	0.168
FIB/ (g/L)	3.27 ± 1.84	3.49 ± 2.89	0.806	0.421	3.28 ± 1.52	3.03 ± 1.69	-1.548	0.122
血糖 / (mmol/L)	6.12 ± 2.34	5.59 ± 1.93	-1.870	0.063	5.97 ± 3.29	5.74 ± 1.90	-0.838	0.403
甘油三酯 / (mmol/L)	1.08 (0.85, 1.44)	1.17 (0.89, 1.55)	-1.729	0.084	1.27 (0.98, 1.77)	1.19 (0.89, 1.58)	-1.139	0.254
总胆固醇 / (mmol/L)	4.35 ± 1.29	4.58 ± 1.22	1.169	0.244	4.66 ± 1.25	4.69 ± 1.56	0.291	0.771
ALT/ (U/L)	18.00 (12.00, 29.00)	21.00 (16.25, 32.00)	-0.865	0.387	22.00 (16.00, 33.75)	19.00 (13.00, 31.00)	-0.624	0.533
白蛋白 / (g/L)	34.15 ± 6.67	35.52 ± 6.58	1.548	0.123	36.26 ± 5.45	36.55 ± 4.93	0.551	0.582
总胆红素 / (μmol/L)	13.45 (9.98, 21.48)	12.5 (9.9, 17.03)	-0.458	0.647	14.10 (0.05, 18.70)	14.90 (10.90, 20.00)	-1.317	0.188
肌酐 / (μmol/L)	82.00 (70.25, 109.50)	89.50 (74.25, 103.23)	-0.886	0.375	84.00 (74.00, 102.25)	86.00 (73.00, 101.00)	-0.758	0.448

注：冠心病为冠状动脉粥样硬化性心脏病；主动脉夹层包括 A 或 B 型。

短期预后情况如下，在大量输血组中，高比例组的术后住院时间、术后入住 ICU 时间和术后机械通气时间均较低比例组短 (P 均 < 0.05)，2 个亚组的住院死亡率比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。在非大量输血组中，高比例组与低比例组的术后住院时间、术后入住 ICU 时间、术后机械通气时间及住院死亡率比较差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。见表 3。

四、接受心脏手术患者各输血组术后血常规及凝血情况比较

血常规情况如下，在大量输血组中，无论是低比例组还是高比例组术后均存在不同程度的贫血情况；低比例组术后 Hb 水平低于高比例组 ($P < 0.05$)。而对于非大量输血组，2 个亚组术后亦存在贫血情况，Hb 水平和 HCT 比较差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05)。见表 4。

表2 接受心脏手术患者各输血组术中情况比较

项目	大量输血组 (282例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值	非大量输血组 (441例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值
	低比例组 (164例)	高比例组 (118例)			低比例组 (178例)	高比例组 (263例)		
红细胞输注量 /U	9.5 (8.00, 10.00)	8.5 (8.00, 11.00)	-0.164	0.870	4.68 ± 1.61	4.43 ± 1.48	-1.631	0.104
血小板输注量 /U	1.00 (1.00, 1.00)	1.00 (0.25, 2.00)	-1.194	0.233	1.00 (1.00, 1.00)	1.00 (1.00, 1.00)	-0.036	0.971
冷沉淀输注量 /U	10.00 (0.00, 10.00)	7.50 (0.00, 10.00)	-0.549	0.583	10.00 (0.00, 10.00)	10.00 (0.00, 10.00)	-1.471	0.141
手术时间 /min	338.59 ± 105.99	363.28 ± 108.28	1.736	0.084	294.83 ± 73.47	308.31 ± 82.47	1.684	0.093
体外循环时间 /min	162.88 ± 71.90	175.82 ± 73.36	1.419	0.157	143.74 ± 48.73	149.14 ± 62.72	0.283	0.777
输注液体 /L	1.29 ± 0.75	1.38 ± 1.16	0.834	0.405	1.28 ± 0.53	1.27 ± 0.77	-0.208	0.835
维生素 K/mg	20.00 ± 1.12	19.85 ± 1.21	-1.139	0.257	20.00 ± 0.81	19.93 ± 0.83	-0.223	0.824
凝血酶原复合物 /U	400.00 (400.00, 600.00)	400.00 (400.00, 600.00)	-0.243	0.808	400.00 (400.00, 600.00)	400.00 (400.00, 800.00)	-1.014	0.310
手术类型 /例 (%)								
单纯冠脉搭桥	24 (14.6)	15 (12.7)	2.662	0.616	18 (10.1)	34 (12.9)	2.042	0.728
单纯瓣膜手术	88 (53.7)	55 (46.6)			79 (44.4)	102 (38.8)		
冠脉搭桥 + 瓣膜	15 (9.1)	14 (11.9)			14 (7.9)	26 (9.9)		
瓣膜手术 + 其他	27 (16.5)	23 (19.5)			41 (23.0)	63 (24.0)		
其他	10 (6.1)	11 (9.3)			26 (14.6)	38 (14.4)		

表3 接受心脏手术患者各输血组术后输血情况及短期预后指标比较

项目	大量输血组 (282例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值	非大量输血组 (441例)		$t/\chi^2/Z$ 值	P 值
	低比例组 (164例)	高比例组 (118例)			低比例组 (178例)	高比例组 (263例)		
术后机械通气时间 /h	59.1 ± 68.90	40.7 ± 48.13	-2.303	0.013	24.5 ± 23.73	26.46 ± 43.14	0.542	0.588
术后入住 ICU 时间 /d	6.96 ± 9.17	5.21 ± 5.36	-2.006	0.046	3.25 ± 2.88	3.17 ± 1.97	-0.351	0.726
术后住院时间 /d	20.44 ± 13.39	17.57 ± 18.76	-1.463	0.029	17.6 ± 12.51	16.82 ± 12.42	-0.705	0.481
住院死亡率 /例 (%)	8 (4.9)	6 (5.1)	0.006	0.937	2 (1.1)	5 (1.9)	0.411	0.522
红细胞 /U	2.00 (0.00, 4.00)	0.00 (0.00, 6.00)	-0.323	0.747	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)	-1.824	0.068
血浆输注量 /U	400.00 (0.00, 800.00)	0.00 (0.00, 800.00)	-2.106	0.035	400.00 (0.00, 400.00)	400.00 (0.00, 400.00)	-1.731	0.083
血小板输注量 /U	0.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	-1.488	0.137	0.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	-0.365	0.715
冷沉淀输注量 /U	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)	-1.467	0.142	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)	-1.216	0.224

凝血情况如下,大量输血组中2个亚组术后PT和INR比较差异均有统计学意义(P 均 <0.05);而非大量用血组中的高比例组术后APTT较低比例组略有延长,但比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表4。

讨 论

本研究表明,对于心脏外科手术患者,大量输血组血浆/红细胞高的患者术后凝血情况及贫血

情况优于血浆/红细胞低患者,术后血浆的输注量减少,术后入住ICU时间、住院时间、机械通气时间更短,可见在大量输血患者中输注高比例血浆有助于其获得更好的预后。有研究表明对创伤大出血患者早期输注高比例血浆能增加其生存率及改善预后^[9,11]。然而,目前还没有证据表明这种输血策略适用于外伤领域以外的其他医学领域的大出血患者。最近有学者对心脏外科手术患者术中输血成分的比例进行分析后发现,血浆/红细胞与患者的预后有关^[9,12]。董远峰等^[9]对452例心

表4 接受心脏手术患者各输血组术后实验室检查结果

项目	大量输血组 (282例)		t/Z值	P值	非大量输血组 (441例)		t/Z值	P值
	低比例组 (164例)	高比例组 (118例)			低比例组 (178例)	高比例组 (263例)		
WBC/ $\times 10^9/L$	12.08 \pm 5.73	12.42 (\pm 4.16)	-1.156	0.249	13.15 \pm 5.12	13.34 \pm 5.26	0.360	0.719
Hb/ (g/L)	90.48 \pm 13.21	93.79 \pm 14.82	2.010	0.045	101.90 \pm 14.03	99.16 \pm 13.85	-1.984	0.048
HCT	0.297 \pm 0.222	0.276 \pm 0.044	-1.001	0.318	0.305 \pm 0.044	0.294 \pm 0.040	-2.619	0.011
PLT/ $\times 10^9/L$	130.77 \pm 53.56	132.06 \pm 56.94	-1.162	0.246	146.57 \pm 52.73	140.7 \pm 48.99	-1.190	0.235
PT/s	13.94 \pm 1.65	13.53 \pm 1.70	-2.006	0.046	13.53 \pm 1.24	13.46 \pm 1.53	-0.571	0.569
APTT/s	36.89 \pm 16.86	38.88 \pm 14.77	0.755	0.451	32.47 \pm 6.60	33.71 \pm 12.01	1.385	0.167
INR	1.21 \pm 0.15	1.17 \pm 0.15	-2.122	0.035	1.18 \pm 0.11	1.18 \pm 0.169	-0.215	0.816
FIB/ (g/L)	2.470 (2.190, 3.200)	2.475 (2.068, 3.215)	-1.229	0.219	3.24 \pm 2.04	3.20 \pm 2.29	-0.228	0.819

脏外科手术术中输血患者进行了分析,根据术中血浆/红细胞将其分为3组:高比例组(血浆/红细胞 >1)、中比例组($1/2 \leq$ 血浆/红细胞 ≤ 1)和低比例组(血浆/红细胞 $<1/2$),结果显示,与低比例组患者相比,高比例组患者的30d生存期有所改善。在大量出血患者中,血浆/红细胞高的输注方式的本质是补充凝血因子,且这种情况仅出现于此类患者中,因此可以解释为何只有在大量输血患者中输注高比例血浆可以改善预后,这与本研究结果基本吻合^[13-14]。本研究进一步分析了2组的住院死亡率,结果显示2组并无统计学差异,这与其他研究的结果不一致,考虑原因可能是本研究仅纳入在院期间明确宣布临床死亡的患者,而没有纳入放弃治疗自动出院的患者,故不能排除因此造成的偏倚。

对于心脏外科手术非大量用血患者,本研究结果显示,高比例组术后贫血情况较低比例组严重,前者的术后入住ICU时间、术后住院时间、机械通气时间、住院死亡率没有较后者明显改善,输注高比例血浆并未使患者从中获益。体外循环过程中血液与非生物材料的接触及血液在体外管道血流的变化会激活凝血和纤溶系统,消耗凝血因子,引起凝血、抗凝血、纤溶系统和血小板数量的改变^[15-16]。因此,许多外科医师和麻醉医师经常在体外循环结束后采用输注血浆的方法来改善患者的凝血状况,但多数患者在给予肝素后其体内会有足够的凝血因子,因此在凝血因子不缺乏的心脏手术患者中预防性使用血浆是不适合的,会增加输注异体血液成分引发的不良反应和疾病传播的风险^[17-18]。故建议在非大量输血心脏手术中无需过多地输注血浆,这样既可以减少血资源的浪费,又可以减少患者因输注异体血而引发的并

发症和降低其他可能存在的风险。

本研究存在一定的局限性。首先,本研究仍采用传统的检测手段检测凝血功能指标,若采用床旁即时检验或更具有临床意义;其次,不能排除存在未观察到的混杂因素的可能性;最后,本研究为单中心的回顾性研究,样本量较小,如果能进行多中心大样本量的研究对于预测结果会更加理想,而且如果能进行对患者长期预后的前瞻性随访研究效果会更好。

综上所述,本研究提示,在接受大量输血的心脏外科手术患者中,较高的血浆/红细胞对患者预后更好,而对于非大量输血的患者则无需过多输注血浆,因此应根据患者情况合理地输注血浆以助心脏手术成功。

参 考 文 献

- [1] Kilic A, Whitman G J R. Blood transfusions in cardiac surgery: indications, risks, and conservation strategies. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97 (2): 726-734.
- [2] Brouwers C, Hooftman B, Vonk S, et al. Benchmarking the use of blood products in cardiac surgery to stimulate awareness of transfusion behaviour. *Neth Heart J*, 2017, 25 (3): 207-214.
- [3] Gutiérrez-Zúrate D, Bucio-Reta E, Baranda-Tovar F M. Universal definition of perioperative bleeding in cardiac surgery adults and association with mortality in a Mexican cardiovascular critical care unit. *Arch Cardiol Mex*, 2020, 90 (4): 373-378.
- [4] Wahba A, Milojevic M, Boer C, et al. 2019 EACTS/EACTA/EBCCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 57 (2): 210-251.
- [5] Al-Attar N, Johnston S, Jamous N, et al. Impact of bleeding complications on length of stay and critical care utilization in cardiac surgery patients in England. *J Cardiothorac Surg*, 2019, 14 (1): 64.
- [6] Smith M M, Kor D J, Frank R D, et al. Intraoperative plasma

- transfusion volumes and outcomes in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 34 (6): 1446-1456.
- [7] Nederpelt C J, El Hechi M W, Kongkaewpaisan N, et al. Fresh frozen plasma-to-packed red blood cell ratio and mortality in traumatic hemorrhage: nationwide analysis of 4, 427 patients. *J Am Coll Surg*, 2020, 230 (6): 893-901.
- [8] Mazzeffi M A, Chriss E, Davis K, et al. Optimal plasma transfusion in patients undergoing cardiac operations with massive transfusion. *Ann Thorac Surg*, 2017, 104 (1): 153-160.
- [9] 董远峰, 彭晶. 不同比例悬浮红细胞及新鲜冰冻血浆对创伤大输血患者凝血功能的影响. *血栓与止血学*, 2020, 26 (4): 628-630.
- [10] 王伟, 赵海涛, 胡旭梅, 等. 预防性早期输注新鲜冰冻血浆对大量输血患者凝血功能的影响. *临床血液学杂志(输血与检验版)*, 2016, 29 (10): 816-818.
- [11] Chang R, Holcomb J B. Optimal fluid therapy for traumatic hemorrhagic shock. *Crit Care Clin*, 2017, 33 (1): 15-36.
- [12] Delaney M, Stark P C, Suh M, et al. Massive transfusion in cardiac surgery: the impact of blood component ratios on clinical outcomes and survival. *Anesth Analg*, 2017, 124 (6): 1777-1782.
- [13] Caspers M, Maegele M, Fröhlich M. Current strategies for hemostatic control in acute trauma hemorrhage and trauma-induced coagulopathy. *Expert Rev Hematol*, 2018, 11 (12): 987-995.
- [14] 刘力铭. 悬浮红细胞及血浆输注对大量输血手术患者凝血功能的影响. *检验医学与临床*, 2021, 18 (9): 1254-1256, 1261.
- [15] Sniecinski R M, Chandler W L. Activation of the hemostatic system during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg*, 2011, 113 (6): 1319-1333.
- [16] 李兰芳, 方开云, 何祥, 等. 体外循环下心脏瓣膜置换术患者围术期输血影响因素的研究. *中国输血杂志*, 2018, 31 (2): 175-180.
- [17] 苏莉, 王红波, 杨家焕, 等. 477例临床输血不良反应调查及分析. *中国输血杂志*, 2019, 32 (10): 1027-1031.
- [18] Justiz Vaillant A A, Sticco K L. *Transfusion transmitted disease*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

(收稿日期: 2022-01-18)

(本文编辑: 洪悦民)